

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DESEMPENHO E CONCENTRAÇÕES DE ALGUNS COMPONENTES DO
METABOLISMO INTERMEDIÁRIO DE FRANGOS COM POTENCIAL DE
CRESCIMENTO DIFERENCIADO SUBMETIDOS AO ESTRESSE
POR CALOR

Autor: **Paulo Sérgio Rosa**

Orientador: **Prof. Dr. Renato Luis Furlan**

Co-Orientadora: **Dra. Poliana Fernanda Giachetto**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Produção Animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Outubro de 2005

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PAULO SÉRGIO ROSA – nasceu em Três Rios (RJ) no dia 04 de março de 1957. Zootecnista formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRuRJ, em 1982. Em 14 de agosto de 1989, após concurso público, foi admitido como Pesquisador I, na Embrapa Suínos e Aves em Concórdia (SC). Em 1992 ingressou no curso de Pós-Graduação em nível de mestrado, obtendo o título de Mestre em Zootecnia - Área de concentração em Produção Animal, pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa (MG), em 1994. Em 1996 foi admitido pela UnC – Universidade do Contestado em Concórdia (SC), como Professor de Metodologia Científica e da Pesquisa. Em março de 2002 ingressou no curso de Pós-Graduação em nível de Doutorado no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal (SP).

“A vida é dom de Deus . . .

. . . vamos preservá-la”

Aos meus pais **Anísio** (*in-memória*) e **Isaura**, pela minha formação, amor, entendimento e exemplo de dedicação à família.

Aos meus irmãos, Vanda, Nádia e Anísio Júnior, que mesmo longe, sempre estivemos próximos.

DEDICO

À minha outra metade, **Arinete**, pela dedicação, carinho e incentivo.

À você meu amor.

Aos meus filhos, Michaela, Paula, Daniel e Lucas e à minha neta

Luiza pela felicidade do existir.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À minha família e a família de Arinete, pela educação primeira, todo apoio, carinho e compreensão pela nossa ausência.

Ao Prof. Dr. Renato Luis Furlan pela confiança, ensinamentos, e orientação na execução da tese, sem a sua presença não seria possível a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

À Dr^a. Poliana Fernanda Giachetto, pela ajuda, muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Gilberto Moraes, pela amizade, obrigado.

Ao Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo, pela ajuda, obrigado.

À Prof^a. Dr^a. Maria Ignês Tiraboschi Ferro, pela confiança, obrigado.

Aos Professores, Elisabeth Urbinate, Jorge Lucas, Jesus Aparecido Ferro, Gilson Luiz Volpato, João Martins Pizauro JR., Marcos Macari e Euclides Braga Malheiros, pelas valiosas discussões e ensinamentos.

Aos funcionários da UNESP ligados ao Departamento de Morfologia e Fisiologia, Euclides, Raquel, Robson, João, Isildo e Vicente, pela amizade e ajuda.

Aos colegas do Departamento de Tecnologia, Ana Karina, Gustavo, Flávia, Júlio, Karina, Marcelo e Vanessa, pela amizade e acolhida.

Aos amigos e companheiros de luta, Daniel Emygdio e Bruno Serpa, por todos os momentos de trabalho e descontração.

Aos amigos Antônio Camargo e Adriano Gadelha e Famílias, pelo convívio.

Aos colegas Embrapianos Antônio Lourenço Guidoni, Élsio Figueiredo, Levino José Bassi, Márcio Saatkamp, Jane Nichele e Valdomiro Barioni Junior, pelo carinho e disposição para ajuda.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, SP., pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em nível de Doutorado.

À Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – Concórdia, SC.

À Universidade do Contestado – UnC, Câmpus de Concórdia, SC.

À AGROCERES, representada pelo Sr. Tércio Michelan Filho, pela confiança e ajuda, obrigado.

Ao PRODETAB, pelo auxílio financeiro pelo projeto código: 31-01/01.

À todos que no anonimato contribuíram para a realização desse trabalho.

À Deus, pela vida e por todas as pessoas que fazem parte dela.

DESEMPENHO E CONCENTRAÇÕES DE ALGUNS COMPONENTES DO METABOLISMO INTERMEDIÁRIO DE FRANGOS COM POTENCIAL DE CRESCIMENTO DIFERENCIADO SUBMETIDOS AO ESTRESSE POR CALOR

RESUMO- Foram realizados dois experimentos com objetivo de avaliar os efeitos da temperatura de criação, dos consumos de ração e de energia sobre o desempenho, composição bromatológica da carcaça e concentrações de alguns componentes do metabolismo intermediário no plasma e fígado de frangos com potencial genético de crescimento diferenciado. No primeiro experimento, 600 pintos de corte, machos, foram alojados em esquema fatorial 2 x 3, correspondendo a dois grupos genéticos: um da Embrapa Suínos e aves (PCLC), sob acasalamento ao acaso, desde 1984, e outro comercial (ROSS 308). O outro fator foi representado por três grupos de manejo, diferenciados pela prática de fornecimento de ração e temperatura de criação, sendo dois com ração à vontade e submetidos a duas temperaturas distintas (uma termoneutra, 23RA, e outra de estresse por calor, 32RA), e um terceiro grupo utilizado como controle (23RR) com temperatura termoneutra e consumo de ração equivalente, em *pair-feed* diário com o grupo 32RA. No segundo experimento, 600 pintos de corte, machos, foram alojados em esquema fatorial 2 x 3, correspondendo a dois grupos genéticos, os mesmos da descrição para o primeiro experimento, e três níveis de energia metabolizável da ração (2.950, 3.200 e 3.450 kcal/EM/kg). Frangos de corte mantidos sob altas temperaturas e consumo de ração à vontade apresentam carcaças com menor quantidade de proteína e maior deposição de gordura. Linhagens de maior potencial genético para crescimento são mais adequadas para produzir carcaças com maior rendimento e quantidade de proteína, menor deposição de gordura e maior rendimento de peito. As diferenças observadas nos níveis dos metabólitos permitem concluir que tanto a temperatura elevada quanto a redução do consumo de ração provocam alterações significativas no direcionamento de nutrientes para o metabolismo relacionado com a deposição de gordura.

Palavras-chave: energia metabolizável, frangos de corte, gordura abdominal, metabolismo energético, restrição alimentar.

EVALUATION OF PERFORMANCE AND INTERMEDIATE METABOLITES OF BROILER CHICKENS RAISED UNDER HEAT STRESS

ABSTRACT- The objective of this study was to evaluate the effect of temperature, feed consumption, and metabolizable energy consumption on performance, carcass yield, carcass composition and levels of intermediate metabolites in plasma and liver of broiler chickens. Two experiments were performed. In the first trial, 600 male-chicks from two broiler strains (ROSS 308 and PCLC, a control line kept by Embrapa since 1984) were housed considering a factorial design 2 x 3 (strains x management practices). The management consisted of two groups submitted to *ad libitum* feed consumption, with a temperature difference (neutral, 23RA or heat stress, 32RR), and a third group (23RR) under neutral temperature and controlled feed consumption (daily pair-feed to 32RR). In the second trial, 600 male broiler-chicks were housed considering a factorial design 2 x 3 (strains, as in trial 1 x diet energy levels (2,950; 3,200 and 3,450 kcal/EM/kg). At 42 days of age, the birds were processed in order to access body composition. The results showed that birds raised at high temperatures and *ad libitum* feed consumption produce a carcass with lower protein content and higher abdominal fat deposition. The use of high growth potential strains showed to be the choice in order to obtain carcasses with higher protein concentration, lower fat deposits, and higher breast yield. It is possible to conclude that both high temperature and reduced feed consumption do produce significant effects on the direction of nutrients for fat deposition.

Key words: metabolizable energy, broiler chickens, abdominal fat, energetic metabolism, feed restriction

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
Genética, temperatura e consumo de energia	3
Metabolismo da gordura	6
REFERÊNCIAS	8
CAPÍTULO 2. EFEITO DO ESTRESSE POR CALOR E DO CONSUMO DE RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM FRANGOS DE CORTE COM POTENCIAL DE CRESCIMENTO DIFERENCIADO	15
RESUMO	15
INTRODUÇÃO.....	16
MATERIAL E MÉTODOS	18
Instalações, animais e fatores estudados	18
Manejos geral, sanitário e de abate	18
Temperatura de criação	19
Rações experimentais.....	20
Variáveis avaliadas	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
Desempenho zootécnico.....	23
Rendimentos de carcaça e cortes comerciais.....	26
Rendimento de vísceras.....	28
Composição bromatológica da carcaça	29
Gordura abdominal	30
Coeficiente "β" de alometria para a gordura abdominal	31
CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 3. EFEITO DO CONSUMO DE ENERGIA SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM FRANGOS DE CORTE COM POTENCIAL DE CRESCIMENTO DIFERENCIADO	37
RESUMO	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTODOS	40
Instalações, animais e fatores estudados	40
Manejo geral, sanitário e de abate	40
Temperatura de criação	42
Variáveis avaliadas	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
Desempenho Zootécnico	45
Rendimento de carcaça e cortes comerciais.....	48
Rendimento de vísceras.....	49

Composição bromatológica da carcaça	51
Gordura abdominal	52
Coeficiente "β" de alometria para a gordura abdominal	53
CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO 4. EFEITO DA TEMPERATURA E DOS CONSUMOS DE RAÇÃO E ENERGIA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE ALGUNS COMPONENTES DO METABOLISMO INTERMEDIÁRIO EM FRANGOS DE CORTE	59
RESUMO	59
INTRODUÇÃO.....	60
MATERIAL E MÉTODOS	62
Preparo dos homogeneizados celulares	63
Preparo dos extratos ácidos.....	63
Preparo do plasma.....	64
Preparo do plasma e homogenato do fígado para determinação de aminoácidos livres.....	64
INTERMEDIÁRIOS DO METABOLISMO.....	64
Triglicerídeos plasmáticos	64
Ácidos graxos livres plasmáticos.....	65
Glicogênio hepático	65
Aminoácidos plasmáticos e hepáticos livres	66
Glicose plasmática e hepática.....	66
Piruvato plasmático e hepático.....	66
Lactato plasmático e hepático	67
DETERMINAÇÕES ENZIMÁTICAS.....	67
Alanina aminotransferase (ALT).....	67
Glutamato desidrogenase (GDH).....	68
ANÁLISES ESTATÍSTICAS	68
RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
Metabólitos plasmáticos e hepáticos (GG vs GM)	69
Mapas metabólitos (GG vs GM).....	72
Atividade enzimática (GG vs GM).....	76
Metabólitos plasmáticos e hepáticos (GG vs EM).....	77
Mapas metabólitos (GG vs EM)	80
CONCLUSÕES.....	85
REFERÊNCIAS	86
CAPÍTULO 5. IMPLICAÇÕES	89

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

A avicultura de corte é uma importante atividade agroindustrial que atende não só ao mercado interno ascendente como o mercado de exportação em pleno crescimento. Dois fatores têm contribuído para essa ascensão de mercado: o baixo custo de produção e a excelência da qualidade, tanto da carne *in natura* quanto dos produtos derivados.

O controle da temperatura das instalações para atender a uma faixa de termoneutralidade da ave, que varia com a idade, é de fundamental importância para a obtenção de bom desempenho na produção de frangos de corte. Variações bruscas de temperatura abaixo ou acima da zona de conforto limitam a capacidade da ave para alcançar bons índices zootécnicos por tentativas de ajustes no metabolismo para gerar ou dissipar calor e até mesmo, em casos extremos, para garantir a sobrevivência.

Desde o nascimento até por volta de dez dias de idade, os pintainhos de corte têm pouca ou quase nenhuma capacidade de termorregulação, necessitando de fonte de aquecimento externo a fim de que os processos metabólicos sejam direcionados para obtenção de ganho de peso e conversão alimentar compatíveis com o potencial genético da linhagem. A partir dessa idade, quando o desenvolvimento do sistema termorregulador já se encontra em funcionamento, a manutenção da temperatura de criação fora da zona de conforto (tanto para o frio como para o calor) para as aves haverá necessidade de mobilização de energia para a manutenção da homeostase interna. A mobilização de energia, considerando altas temperaturas, está relacionada, principalmente, ao aumento da frequência respiratória, levando a um quadro de ofegação acentuado, na tentativa de manter constante a temperatura interna.

A energia metabolizável da ração é um dos fatores nutricionais que mais têm sido estudados, tanto na produção de frangos de corte como em poedeiras comerciais. Ao se estabelecer a concentração ou nível de energia das rações a serem utilizadas por uma determinada categoria de animais, deve-se considerar os reflexos sobre o desempenho e sobre os custos de produção.

A energia veiculada pelo alimento, quando ingerido em excesso, é estocada no tecido adiposo como triacilglicerol. Essa mesma energia estocada é mobilizada quando

a ingestão é limitada, permitindo ao tecido adiposo uma variação considerável de sua massa, em resposta à condição nutricional do animal. Por se tratar de um resíduo de baixo valor comercial, a redução na deposição de gordura trará benefícios consideráveis à indústria avícola durante o processo de abate dos frangos. Ainda se deve considerar os benefícios da produção de carne mais saudável, o que possibilita a diminuição dos riscos à saúde do consumidor.

A regulação do metabolismo da gordura para síntese (lipogênese) ou para sua mobilização (lipólise) é um processo bem conhecido. A ingestão em excesso de gordura, proteína e carboidrato tem o mesmo fim metabólico, ou seja, esses nutrientes são oxidados e os resíduos de carbono são utilizados para síntese de triacilglicerol, que será depositado. Durante o jejum prolongado, a elevação dos níveis de glucagon inativa a síntese de ácidos graxos ao nível de acetil-CoA carboxilase e induz a lipólise de triglicerídeos no tecido adiposo por estimulação da lipase hormônio sensível. Essa enzima é ativada pelo glucagon e epinefrina (via mecanismos cAMP). Esse mecanismo libera o glicerol e ácidos graxos que serão utilizados, posteriormente, nos processos metabólicos necessários (SCANES, 1995). O glicerol resultante servirá como substrato para a neoglicogênese hepática, e os ácidos graxos livres (AGL) do plasma possibilitarão aumento de sua utilização pelos tecidos periféricos, principalmente pelo tecido muscular. No músculo, o aumento da utilização de AGL reduz a utilização de glicose, substituindo o consumo de glicose por AGL. Dessa forma, o processo de neoglicogênese fica menos sobrecarregado, com economia de proteína muscular .

O aumento da deposição de gordura corporal possui pelo menos dois aspectos negativos. O primeiro é a forma menos eficiente, em termos energéticos, de a ave ganhar peso; e o segundo, talvez o mais importante, é o que leva em consideração a saúde do consumidor. Muitas hipóteses têm sido formuladas no sentido da busca do completo entendimento do mecanismo pelo qual a gordura é estocada no organismo. ZHANG *et al.* (1994) contribuíram de forma expressiva nessa linha de pesquisa, clonando um gene denominado pelo grupo de gene da obesidade, tendo como produto a leptina, que parece ser o fator sinalizador regulatório da homeostase do peso corporal e do balanço energético (SALADIN *et al.*, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do estresse calórico, dos consumos de ração e energia sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes, composição bromatológica da carcaça e níveis de metabólitos intermediários em frangos com potencial genético diferenciado para crescimento.

REVISÃO DE LITERATURA

Genética, temperatura e consumo de energia

A seleção genética de frangos de crescimento rápido, nos últimos 35 anos, promoveu um incremento médio de 40g/ano no peso de abate. Associado a isso, ainda foi observado aumento na deposição de gordura corporal e perdas na habilidade reprodutiva dos seus descendentes.

CHAMBERS *et al.* (1981) e HAVENSTEIN *et al.* (1994) verificaram que o melhoramento genético, ao longo do tempo, proporcionou melhorias no desempenho zootécnico, principalmente relacionadas à maior velocidade de crescimento e melhor conversão alimentar, e ainda carcaças mais pesadas, porém com maior deposição de gordura.

Já são bem conhecidos os efeitos negativos que o calor excessivo exerce na produção de frangos de corte. A alta suscetibilidade do frango moderno ao estresse pelo calor pode ser atribuída, em parte, ao pouco desenvolvimento dos sistemas cardiovascular e respiratório em comparação ao seu elevado potencial para crescimento (YAHAV, 2000). Outro fator é o aumento na capacidade de consumo de ração, o que eleva a produção de calor metabólito endógeno.

A temperatura da zona de termoneutralidade ou de conforto varia, em média, de 18,3 a 23,9°C durante poucas semanas após o nascimento (KESHAVARZ, 1990). Em geral, a zona de conforto térmico para frangos declina de 32,0°C, logo após a eclosão (primeiro dia de vida), para em torno de 24,0 °C, na terceira e quarta semana de idade, e para 21,1°C após essa idade (TEETER, 1994; OJANO-DIRAIN & WALDROUP, 2002).

São evidentes os efeitos negativos que a temperatura elevada exerce sobre o crescimento, viabilidade e qualidade da carcaça em frangos de corte. Dependendo do grau de estresse calórico ao qual as aves são submetidas, elas comportam-se de maneira variada. Um dos indicadores para a caracterização da intensidade do estresse é medido pela inibição do apetite e conseqüente redução no consumo de ração. POTTER (1985) relatou que, para cada aumento de 1 °C na temperatura ambiente, a partir da zona de conforto, ocorre redução de 1% do consumo. A redução no consumo

de ração pode chegar a 30% com temperatura de 32 °C (POLIN, 1983). De acordo com FARRELL & SWAIN (1977) e CERNIGLIA *et al.* (1983), a elevação da temperatura na criação de frangos induz a redução no consumo de ração que, por sua vez, está relacionado ao menor ganho de peso.

TEMIM *et al.* (2000b) observaram que a alta temperatura ambiente reduziu a taxa de crescimento, a eficiência alimentar e o rendimento do músculo do peito e aumentou a deposição de gordura abdominal. TEMIM *et al.* (2000a) verificaram que a temperatura de estresse crônico de 32°C reduziu marcadamente a síntese protéica, independentemente do tipo de músculo esquelético. Isso foi principalmente atribuído ao reduzido *turnover* protéico (RNA/PROTEÍNA muscular).

Resultados de pesquisa têm mostrado que a alta temperatura de criação em frangos de corte reduz o consumo de ração, a taxa de crescimento e a sobrevivência de frangos, resultando no decréscimo da rentabilidade da produção (DALE & FULLER, 1980; TEETER *et al.*, 1985; DEATON *et al.*, 1986). Além disso, frangos criados em temperatura de estresse térmico tiveram aumento de gordura abdominal (McNAUGHTON & REECE, 1984; LEENSTRA & CAHANER, 1992; AIN BAZIZ *et al.*, 1996 e OLIVEIRA NETO *et al.*, 2000a), elevação da gordura da carcaça (KUBENA *et al.*, 1972) e decréscimo de proteína da carcaça (GERAERT *et al.*, 1996 e TANKSON *et al.*, 2001).

Para GERAERT *et al.* (1993), a elevação da temperatura não provocou alterações no peso relativo da gordura abdominal, nem na composição corporal em matéria seca, matéria mineral e lipídeos. No entanto a alta temperatura ambiente reduziu significativamente o conteúdo de proteína corporal. AIN BAZIZ *et al.* (1996) verificaram que aves criadas em temperaturas elevadas tiveram maiores rendimentos de carcaça, coxa mais sobrecoxa e gordura abdominal, e menos rendimento de carne de peito. Verificaram, ainda, que o aumento da deposição de gordura nos frangos que foram submetidos a alta temperatura com consumo *ad libitum* foi muito maior quando comparado com frangos em restrição alimentar.

Estudos recentes, realizados por TANKSON *et al.* (2001), mostraram que o estresse provocado pela exposição ao calor ou pelo tratamento hormonal (adrenocorticotrofina- ACTH – 8 IU/kg peso vivo/dia durante 7 dias) causaram perdas acentuadas associadas à qualidade da carne com PSE (carne pálida, mole e exudativa) em frangos de corte. Os autores verificaram que ambos os tratamentos

provocaram reduções no peso e na proteína da carcaça. No entanto, o estresse pelo calor não interferiu na composição bromatológica da carcaça em água, gordura e cinzas.

Têm sido estabelecidas relações positivas entre aumento dos níveis de energia da ração, ganho de peso e melhorias da conversão alimentar (WALDROUP, 1981; TRINDADE *et al.*, 1982; BERTECHINI *et al.*, 1991 e HOLSHEIMER & VEERKAMP, 1992). No entanto é importante considerar que nem sempre ocorre essa relação direta entre nível de energia da ração e consumo de energia. Os frangos de corte tendem a controlar o consumo de ração para satisfazer suas necessidades energéticas, podendo ocorrer redução no consumo em decorrência de aumento na densidade energética da ração. LEESON *et al.* (1996) verificaram que o fornecimento de ração à vontade para frangos, com dois níveis distintos de energia metabolizável (2.700 e 3.300 kcal EM/kg) não influenciou a taxa de crescimento, e o consumo de energia foi constante. No entanto RICHARDS (2003) relatou que frangos de corte, selecionados para rápido ganho de peso e aumento da massa muscular, não se adaptaram em regular o consumo voluntário de alimento para o adequado balanço de energia. Frangos alimentados à vontade exibem hiperfagia, seguido de excessivo acúmulo de gordura, elevando a adiposidade, tornando-os susceptíveis a doenças que afetam a produtividade dos lotes.

HOLSHEIMER & VEERKAMP (1992) e LEESON *et al.* (1996) verificaram que frangos alimentados com ração com altos níveis de energia apresentaram maior rendimento de carcaça. No entanto os níveis de energia não influenciaram os rendimentos de carne do peito. OLIVEIRA NETO *et al.* (1999 e 2000b) concluíram que o ganho de peso, o consumo de energia, a conversão alimentar e as deposições de proteína e gordura na carcaça melhoraram linearmente com o aumento do nível de energia metabolizável das rações. Os autores relataram que não foi verificado efeito do nível de energia metabolizável das rações sobre os pesos absolutos e relativos de coxas, sobrecoxas, pernas e peito com e sem osso, coração, fígado, moela, pró-ventrículo, pulmões, intestino, gordura abdominal e penas.

SAKOMURA *et al.* (2004), objetivando estudar o metabolismo energético de frangos machos de corte em função de diferentes níveis de energia metabolizável na dieta (3.050, 3.200 e 3.350 kcal EM/kg), concluíram que o nível de energia mais alto proporcionou melhores resultados de desempenho, enquanto o nível intermediário

(3.200 kcal EM/kg) propiciou melhor equilíbrio na eficiência de utilização de energia para deposição de proteína e gordura e, conseqüentemente, melhor qualidade de carcaça em decorrência da menor deposição de gordura.

São conhecidos os efeitos da manipulação dos níveis nutricionais de rações, principalmente os que envolvem diferentes relações entre energia:proteína para frangos de corte. Tem-se verificado que baixas relações energia:proteína em rações causam redução de deposição de gordura, comparado-se com rações com altas relações FRAPS (1943), BARTOV *et al.* (1974), FARRELL (1974) e TOUCHBURN *et al.* (1981). No entanto GUILLAUME & SUMMERS (1970) e JACKSON *et al.* (1982) verificaram que o grau no qual a energia foi utilizada era dependente da relação energia:proteína. Em rações com elevado teor de proteína, a energia é utilizada menos eficientemente, comparando-se com rações de baixo teor protéico. Essa evidência pode explicar o porquê de rações com menores relações energia:proteína possibilitarem menor deposição de gordura que aquelas com maiores relações (GRIFFITH *et al.*, 1977).

Metabolismo da gordura

Os ácidos graxos depositados no tecido adiposo na forma de triacilglicerol neutro são reservas de energia altamente concentradas porque são moléculas altamente reduzidas e anidras. O produto da oxidação completa de um ácido graxo é de 9 kcal/g de gordura, comparado a 4 kcal/g de proteínas ou carboidratos. O fígado é o tecido primário para a síntese *de novo* dos ácidos graxos, sendo essa síntese favorecida pela disponibilidade de substratos (acetil CoA e NADPH providos do metabolismo da glicose ou acetato), segundo LEVEILLE *et al.* (1975) e SHAPIRA *et al.* (1978), e pela ativação da acetil CoA carboxilase (DONALDSON, 1990). Essa enzima catalisa a formação de malonil CoA a partir de acetil CoA, uma reação limitante da velocidade na síntese de ácidos graxos. O glicerol 3-fosfato, o esqueleto orgânico para a síntese do triacilglicerol, é obtido pelo metabolismo glicolítico da glicose. O tecido adiposo é local de armazenamento de triacilgliceróis (esterificação dos ácidos graxos = lipogênese) e posterior hidrólise (lipólise), se necessário, por alguma condição metabólica emergencial. A lipogênese e lipólise ocorrem continuamente e são dependentes das taxas relativas, de deposição ou mobilização do tecido. Os adipócitos das aves podem sintetizar ácido graxo *de novo*, mas é no fígado que ocorre de 90% a 95% da síntese de

ácido graxo (O'HEA & LEVEILLE, 1969) a partir de Acetil-Co-A, que é o composto inicial para sua síntese. E quando ocorre no tecido adiposo, é proveniente da descarboxilação oxidativa do piruvato (produto final da oxidação da glicose). No fígado, a Acetil-Co-A também pode ser derivado da degradação dos ácidos graxos endógenos, exógenos ou do catabolismo de aminoácidos gliconeogênicos (alanina, treonina e arginina). O evento inicial da utilização da gordura armazenada como fonte de energia, no tecido adiposo, é a hidrólise do triacilglicerol pela lipase hormônio dependente. Quando o triacilglicerol se hidrolisa (lipólise), ácidos graxos e glicerol são liberados para a corrente sanguínea (MACARI *et al.*, 1994 e SCANES, 1995).

A redução da síntese hepática de ácidos graxos, provocada pelo jejum ou por alimentação rica em gordura, é acompanhada, e/ou provavelmente precedida, pelo aumento do nível plasmático de ácidos graxos livres. Nessas condições, ocorre aumento dos níveis hepáticos da acil-graxo CoA, enquanto são reduzidos os níveis da CoA livre. As acil-CoA derivadas das cadeias longas de ácidos graxos são capazes de inibir a atividade da acetil-CoA carboxilase, bem como o transporte de citrato (LEVEILLE *et al.*, 1975).

WHITEHEAD & GRIFFIN (1982), WHITEHEAD & GRIFFIN (1984), WHITEHEAD *et al.* (1984) e GRIFFIN *et al.* (1987) têm sugerido as medidas associadas com a atividade enzimática da lipoproteína lípase com os níveis plasmáticos da lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), como indicativo de correlação positiva e significativa, com o rápido crescimento e a deposição de gordura corporal. No entanto GRIFFIN *et al.* (1982) sugerem que a concentração de triglicerídeos plasmáticos pode ser utilizada em programas de melhoramento, como critério visando à seleção de frangos com menor deposição de gordura corporal.

Segundo LECLERCQ *et al.* (1980), a gordura abdominal tem aumentado em linhagens modernas de frangos de corte, em parte, por causa da seleção para rápida taxa de crescimento. HOOD (1984) verificou que o aumento da adiposidade em frangos ocorre pelo aumento do número de células do tecido (hiperplasia) e pelo tamanho da célula (hipertrofia). O crescimento de frangos é acompanhado por aumento da porcentagem de gordura corporal e concomitante aumento de massa da gordura abdominal e visceral. Esse fato é parcialmente sustentado pela avaliação do índice do coeficiente alométrico para a gordura total e gordura abdominal, o qual tem sido estabelecido maior que um (LECLERCQ, 1984).

REFERÊNCIAS

AIN BAZIZ, H.; GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C. F.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, p.505-513, 1996.

BARTOV, I.; BORNSTEIN, S.; LIPSTEIN, B. Effect of calory to protein ratio on the degree of fatness in broilers fed on pratical diets. **British Poultry Science**, v.15, p.107-117, 1974.

BERTECHINI, A.G.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. I. G. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.20, p.218-228, 1991.

CERNIGLIA, G. J.; HERBERT, J. A.; WATTS, A. B. The effect of constant ambient temperature and ration on the performance of sexed broilers. **Poultry Science**, v.62, p.746-754, 1983.

CHAMBERS, J. R.; GAVORA, J. S.; FORTIN, A. Genetic changes in meat-type chickens in the last twenty years. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 61, p.555-563, 1981.

DALE, N. M.; FULLER, H. L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. Constant vs. cycling temperatures. **Poultry Science**, v.59, p. 1434-1441, 1980.

DEATON, J. W.; REECE, F. N.; BRANTON, S.L.; MAY, D. J. High environmental temperature and broiler livability. **Poultry Science**, v.65, p.1268-1269, 1986.

DONALDSON, W. E. Lipid metabolism in liver of chicks: response to feeding. **Poultry Science**, v.69, p.1183-1187, 1990.

FARRELL, D. J. Effects of dietary energy concentration on utilization of energy by broiler chickens and on body composition determined by carcass analysis and predicted using tritium. **British Poultry Science**, v.15, p.25-41, 1974.

FARRELL, D. J.; SWAIN, S. Effects of temperature treatments on the energy and nitrogen metabolism of fed chickens. **British Poultry Science**, v.18, p.735-748, 1977.

FRAPS, G. S. Relation of protein, fat and energy of the ration to the composition of chickens. **Poultry Science**, v.22, p.421, 1943.

GERAERT, P. A; GUILLAUMIN, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **British Poultry Science**, v.34, p.643-653, 1993.

GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C. F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens : growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.195-204, 1996.

GRIFFIN, H. D.; BUTTERWITH, S. C.; GODDARD, C. Contribution of lipoprotein lipase to differences in fatness between broiler and layer-strain chickens. **British Poultry Science**, v.28, p.197-206, 1987.

GRIFFITH, L.; LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Fat deposition in broilers: effect of dietary energy to protein balance and early life caloric restriction on production performance and abdominal fat pad size. **Poultry Science**, v.56, p.638-646, 1977.

GRIFFIN, H. D.; WHITEHEAD, C. C.; BROADBENT, L. A. The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers – A basis for selection? **British Poultry Science**, v.23, p.15-23, 1982.

GUILLAUME, J.; SUMMERS, J. D. Maintenance and energy requirements of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable energy. **Canadian Journal of Animal Science**, v.50, p.363-369, 1970.

HAVENSTEIN, G. B.; FERKET, P. R.; SCHEIDELER, S. E.; RIVES, D.V. 1994. Carcass composition and yield of 1991 vs 1957 broilers when fed "Typical" 1957 and 1991 broiler diets. **Poultry Science**, v.73, p.1795-1804, 1994.

HOLSHEIMER, J. P.; VEERKAMP, C. H. Effect of dietary energy, protein, and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks. **Poultry Science**, v.71, p.872-879, 1992.

HOOD, R. L. Cellular and biochemical aspects of fat deposition in the broiler chicken. **World's Poultry Science Journal**, v.40, p.160-169, 1984.

JACKSON, S.; SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Effect of dietary protein and energy on broilers carcass composition and efficiency of nutrient utilization. **Poultry Science**, v.61, p.2224-2231, 1982.

KESHAVARZ, K. Managing in hot weather. **Broiler Industry**, Sep., p.24-32, 1990.

KUBENA, L. F.; LOTT, B. D.; DEATON, J. W.; REECE, F. N.; MAY, J. D. Body composition of chicks as influenced by environmental temperature and selected dietary factors. **Poultry Science**, v.51, p.517-522, 1972.

LECLERCQ, B. Adipose tissue metabolism and its control in birds. **Poultry Science**, v.63, p.2044-2054, 1984.

LECLERCQ, B.; BLUM, J. C.; BOYER, J. P. 1980. Selecting broilers for low or high abdominal fat: initial observations. **British Poultry Science**, v.21, p.107-113, 1980.

LEENSTRA, F.; CAHANER, A. Effects of low, normal, and high temperatures on slaughter yield of broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. **Poultry Science**, v.71, p.1994-2006, 1992.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v.75, p.529-535, 1996.

LEVEILLE, G. A.; ROMSOS, D. R.; YEH, Y. Y.; O'HEA, E. K. Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. **Poultry Science**, v.54, p.1075-1093, 1975.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia do crescimento. In:_____. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. cap. 7, p. 127-160.

McNAUGHTON, J. L.; REECE, F. N. Response of broiler chickens to dietary and lysine levels in a warm environment. **Poultry Science**, v.63, p.1170-1174, 1984.

O'HEA, E. K.; LEVEILLE, G. A. Lipid biosynthesis and transport in the domestic chick (*Gallus domesticus*). **Compendium of Biochemistry and Physiology**, v.30, p. 149-159, 1969.

OJANO-DIRAIN, C. P.; WALDROUP, P. W. Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: A Review. **International Journal of Poultry Science**, v.1, n. 4, p.40-46, 2002.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; VALERIO, S. R.; CARMO, H. M. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1054-1062, 1999.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R. A.; CARMO, H. M.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.183-190, 2000a.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R. A.; CARMO, H. M. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1132-1140, 2000b.

POLIN, D. Nutrition and heat stress. **Feed Management**, p.52-54, 1983.

POTTER, L. M. Nutrition of poultry in hot climates. **Zootecnica International**, May, p. 45-50, 1985.

RICHARDS, M. P. Genetic regulation of feed intake and energy balance in poultry. **Poultry Science**, v.82, p.907-916, 2003.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; RABELLO, C. B-V.; WATANABE, K.; PELICIA, K.; FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1758-1767, 2004.

SALADIN, R.; DE VOS, P.; GUERRE-MILLO, M.; LETURQUE, A.; GIRARD, J.; STAELS, B.; AUWERX, J. Transient increase in obese gene expression after food intake or insulin administration. **Nature**, v.377, p.527-529, 1995.

SCANES, C. G. Adipose tissue and its hormonal control in poultry. In: SMITH, S. B.; SMITH, D. R. (Ed.). **The biology of fat in meat animals**: current advances. Champaign: American Society of Animal Science, 1995. cap. 7, p. 113-128.

SHAPIRA, N.; NIR, I.; BUDOWSKI, P. Response of lipogenic enzymes to overfeeding in liver and adipose tissue of light and heavy breeds of chicks. **British Journal of Nutrition**, v.39, p.151-157, 1978.

TANKSON, J. D.; VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON, J. P.; MAY, J. D.; CAMERON, J. A. Stress and nutritional quality of broilers. **Poultry Science**, v.80, p.1384-1389, 2001.

TEETER, R. G. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poultry Digest**, May, p. 10-16, 1994.

TEETER, R. G.; SMITH, M. O.; OWENS, F. N.; ARP, S. C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, J. E. Chronic heat stress and relative humidity: Occurrence and treatment in broiler chicks. **Poultry Science**, v.64, p.1060-1064, 1985.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A, M.; PERESSON, R.; TESSERAUD, S. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, v.130, p.813-819, 2000a.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A, M.; GUILLAUMIN, S.; MICHEL, J.; PERESSON, R.; TESSERAUD, S. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens? **Poultry Science**, v.79, p.312-317, 2000b.

TOUCHBURN, S.; SIMON, J.; LECLERCQ, B. Evidence of a glucose-insulin balance and effect of dietary protein and energy level in chickens selected for high abdominal fat content. **Journal of Nutrition**, v.111, p.325-335, 1981.

TRINDADE, D. S.; CAVALHEIRO, A. C. L.; OLIVEIRA, M. F. G. O.; OLIVEIRA, S. C. Efeito do nível de energia da dieta e do programa alimentar sobre o desempenho e composição química da carcaça de frangos de abate. **Anuário Técnico do IPZFO**, Porto alegre, v.9, p.21-37, 1982.

WALDROUP, P. W. Energy levels for broilers. In: World Conference on Soya Processing and utilization. **JAOCs**, Mar., p.309-313, 1981.

WHITEHEAD, C. C.; GRIFFIN, H. D. Plasma lipoprotein concentration as an indicator of fatness in broilers: effect of age and diet. **British Poultry Science**, v.23, p.299-305, 1982.

WHITEHEAD, C. C.; GRIFFIN, H. D. Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: the first three generations. **British Poultry Science**, v.25, p.573-582, 1984.

WHITEHEAD, C. C.; HOOD, R. L.; HEARD, G. S.; PYM, R. A. E. Comparison of plasma very low density lipoproteins and lipogenic enzymes as predictors of fat content and food conversion efficiency in selected lines of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.25, p.277-286, 1984.

YAHAV, S. Domestic fowl-strategies to confront environmental conditions. **Avian and Poultry Biological Review**, v.11, p.81-95, 2000.

ZHANG, Y.; PROENCA, R.; MAFFEI, M.; BARONE, M.; LEOPOLD, L.; FRIEDMAN, J. M. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. **Nature**, v.372, p.425-432, 1994.

CAPÍTULO 2. EFEITO DO ESTRESSE POR CALOR E DO CONSUMO DE RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM FRANGOS DE CORTE COM POTENCIAL DE CRESCIMENTO DIFERENCIADO

RESUMO- Foi avaliado o efeito do estresse térmico e do consumo de ração sobre o desempenho, rendimentos de carcaça, cortes, vísceras comestíveis, gordura abdominal, composição bromatológica da carcaça e, ainda, estudado o coeficiente alométrico para a gordura abdominal em frangos de corte. Foram alojados 600 pintos de corte, machos de um dia de idade, de duas linhagens com potencial de crescimento diferenciado para ganho de peso. Foi utilizado um esquema fatorial 2 vs 3 (6 tratamentos com 4 repetições) correspondendo, respectivamente, a 2 grupos genéticos: um proveniente da Embrapa Suínos e Aves e denominado de estabilizado (PCLC), com acasalamento ao acaso desde 1984, e outro comercial (ROSS 308), denominado de melhorado e 3 grupos de manejo para arraçamento correspondendo: 23RA- temperatura mantida na termoneutralidade com ração à vontade; 32RA- temperatura de 32 °C durante todo período de criação das aves com consumo de ração à vontade; e 23RR- temperatura mantida na termoneutralidade (a mesma do grupo 23RA) e com consumo em *pair-feed* com o grupo 32RA. A conversão alimentar, aos 42 dias, não foi influenciada nem pela temperatura de criação e nem pelo consumo de ração. Tanto o aumento do consumo de ração como a temperatura elevada contribuíram para a elevação do percentual de gordura abdominal dos frangos aos 42 dias de idade. O consumo de ração e a temperatura exerceram efeitos contrários sobre a composição da carcaça em proteína e gordura; enquanto o percentual de proteína da carcaça foi diminuído pelo maior consumo e elevação da temperatura, o percentual de extrato etéreo se elevou. O melhoramento genético proporciona aumentos significativos na produção de carne de peito. A temperatura elevada reduz o desempenho de frangos e interfere negativamente na qualidade da produção por aumentar a deposição de gordura e reduzir a de proteína.

Palavras-chave: coeficiente alométrico, gordura abdominal, gordura na carcaça, restrição alimentar.

INTRODUÇÃO

Os progressos ocorridos na produção de frangos de corte nas áreas de genética, nutrição, manejo e sanidade culminaram com o aumento considerável na velocidade de ganho de peso, redução da idade de abate e melhoria acentuada da conversão alimentar (CHAMBERS *et al.*, 1981 e HAVENSTEIN *et al.*, 1994). Apesar desses progressos, a alta temperatura ambiente continua afetando a criação de frangos, refletindo em perdas econômicas para o produtor, com a redução no consumo de ração e conseqüente redução no ganho de peso (DEATON *et al.*, 1978; MAY *et al.*, 1998; LANA *et al.*, 2000).

Trabalhos têm mostrado que a alta temperatura de criação tem interferência negativa na qualidade da carcaça por aumentar a deposição de gordura abdominal, segundo McNAUGHTON & REECE (1984), SMITH & TEETER (1987), HOWLIDER & ROSE (1987), LEENSTRA & CAHANER (1992), AIN BAZIZ *et al.* (1996) e OLIVEIRA NETO *et al.* (2000), bem como na carcaça, conforme KUBENA *et al.* (1972), HOWLIDER & ROSE (1987), CAHANER *et al.* (1995) e GERAERTE *et al.* (1996). A elevação da temperatura de criação de frangos de corte provoca redução no tamanho das vísceras, tais como coração, fígado, pulmões e moela (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2000). Isso pode interferir negativamente no metabolismo e diminuição da resistência elevando a refugagem e a mortalidade em lotes de frangos no campo.

Já são bem conhecidos os efeitos negativos que a temperatura elevada exerce na produção de frangos de corte. A alta suscetibilidade do frango de corte ao estresse pelo calor pode ser atribuída, em parte, ao pouco desenvolvimento dos sistemas cardiovascular e respiratório em comparação ao seu elevado potencial para crescimento rápido (YAHAV, 2000). O apetite compulsivo, associado à elevada capacidade de consumo de ração, aumenta a produção de calor metabólico endógeno, entretanto a capacidade de dissipação desse calor é limitada (TEETER, 1994).

Segundo LECLERCQ *et al.* (1980), a gordura abdominal tem aumentado em frangos de corte, em parte, em decorrência da seleção para rápida taxa de crescimento. HOOD (1984) verificou que o aumento da adiposidade em frangos ocorre pelo aumento do número de células do tecido (hiperplasia) e pelo tamanho da célula (hipertrofia). Em frangos, o crescimento é acompanhado por aumento da porcentagem de gordura

corporal e concomitante aumento de massa da gordura abdominal e visceral. No entanto GERAERT *et al.* (1993) verificaram que a elevação da temperatura não provocou alterações no peso relativo da gordura abdominal, nem na gordura corporal, mas reduziu significativamente o conteúdo de proteína corporal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura e do consumo de ração sobre o desempenho, os rendimentos de carcaça, cortes, vísceras comestíveis, gordura abdominal e composição bromatológica da carcaça em frangos de corte com potencial de crescimento diferenciado.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações, animais e fatores estudados

Foram utilizadas duas câmaras climáticas do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal-SP. Foram alojados 600 pintos machos de um dia de idade, pesados e distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 vs 3, totalizando seis tratamentos com quatro repetições de 25 aves cada. Os fatores foram representados pela progênie de dois grupos genéticos (GG) com potencial de crescimento diferenciado, um estabilizado geneticamente, com acasalamento ao acaso desde 1984 (PCLC), de propriedade da Embrapa Suínos e Aves, e outro comercial (ROSS 308), denominado melhorado. As matrizes tinham as idades de 44 e 42 semanas, respectivamente, para os grupos estabilizado e melhorado. O outro fator, representado por três grupos de manejo (GM), diferenciados pela prática de fornecimento de ração e temperatura de criação, sendo dois com ração à vontade e submetidos a duas temperaturas distintas (uma termoneutra, 23RA, e outra de estresse por calor, 32RA), e um terceiro grupo utilizado como controle (23RR) com temperatura termoneutra e consumo de ração equivalente, em *pair-feed* diário, com o grupo 32RA.

Manejos geral, sanitário e de abate

A água foi fornecida à vontade, durante todo o período de criação das aves e, diariamente, realizada a pesagem da ração para determinação do consumo médio por ave do grupo 32RA. A partir desse consumo médio por ave foi estabelecida a quantidade a ser fornecida para cada grupo de aves do 23RR, ponderada pela quantidade de aves dentro de cada box. O programa de luz adotado foi o contínuo, sendo fornecidas 24 horas de luz artificial diárias, durante todo o período experimental.

Os pintos foram imunizados com vacinas contra as doenças de Marek (HVC), via injeção subcutânea na base do pescoço, no primeiro dia; Newcastle (HB1) e

Gumboro intermediária (GBV8), via ocular, no oitavo dia, e Gumboro forte (GUMBOR-VET forte), via oral, pela água de bebida, no vigésimo segundo dia de vida.

Aos 21 e 28 dias de idade, após pesagem da ração e de cada grupo de aves de cada repetição, procedeu-se a retirada de um frango por unidade experimental (± 50 g da média do grupo). Após jejum hídrico e de alimento de 5 a 6 horas, os frangos foram insensibilizados, por meio de concussão cerebral, e abatidos por sangria, mediante corte da veia jugular, sendo posteriormente escaldados, depenados e eviscerados. Aos 35 e 42 dias, após pesagem de cada grupo de aves de cada repetição, foram retirados dois frangos de cada parcela (± 100 g da média do grupo) e realizados os mesmos procedimentos para abate, descritos para as outras idades. No 1º e aos 42 dias de idade, as aves e ração foram pesadas para a obtenção do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (consumo médio/ganho de peso médio)

Temperatura de criação

A temperatura de cada câmara climática foi controlada utilizando-se de equipamentos apropriados para refrigeração ou aquecimento, ligados a sensores automáticos para o fornecimento da temperatura desejada. Na Tabela 01, são mostradas as médias das temperaturas com respectivos desvios-padrão da média, obtidas durante o experimento.

Tabela 01. Temperaturas médias ($^{\circ}\text{C}$) obtidas nas câmaras climáticas com respectivos erros-padrão.

IDADES (dias)	Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) das Câmaras	
	TN	EC
01 a 07	30,1 \pm 1,4	32,0 \pm 0,4
08 a 14	26,4 \pm 0,8	31,8 \pm 0,3
15 a 21	24,8 \pm 1,0	31,4 \pm 0,2
22 a 42	23,2 \pm 1,3	31,5 \pm 0,1

TN= temperatura termoneutra; EC= estresse calórico.

Rações experimentais

A ração inicial, de 1 a 21 dias, e de crescimento, de 22 a 42 dias (Tabela 02), foram formuladas com base nas sugestões de exigências estabelecidas pelo NRC (1994).

Tabela 02. Composição da ração experimental inicial, de 1 a 21 dias, e a de crescimento, de 22 a 42 dias.

Ingredientes	Ração Inicial (%)	Ração Crescimento (%)
Milho	51,54	61,21
Farelo de soja – 45%	37,60	30,30
Óleo de soja	7,07	5,27
Fosfato bicálcico	1,82	1,32
Calcário calcítico	1,09	1,21
Sal comum	0,41	0,29
Cloreto de colina 60%	0,10	0,10
DL-metionina	0,16	0,07
L-treonina	-	0,02
Coxistac 12%	0,05	0,05
Bacitracina de Zn 15%	0,04	0,04
Antioxidante	0,02	0,02
Suplemento vit/min. ¹	0,10	0,10
Total	100,00	100,00
Energia e nutrientes	Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.200	3.200
Proteína bruta (%)	21,50	19,00
Cálcio (%)	1,00	0,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,35
Sódio (%)	0,20	0,15
Lisina (%)	1,18	1,00
Metionina (%)	0,50	0,38
Metionina+Cistina (%)	0,93	0,80
Treonina (%)	0,82	0,74

1- **Suplemento de vitaminas/minerais** – Níveis por kg de ração: Vitamina A, 7.000 UI; Vitamina D3, 3.000 UI; Vitamina E, 25 mg; Vitamina K, 1 mg; Vitamina B1, 1,8 mg; Vitamina B2, 9,6 mg; Vitamina B6, 3,5 mg; Vitamina B12, 10 mcg; Biotina, 1,6 mg; Pantotenato de Cálcio, 9,5 mg; Ácido Nicotínico, 35 mg; Antioxidante (Banox), 0,1 mg; Cobre, 10 mg; Iodo, 1,3 mg; Manganês 76, mg; Selênio, 0,27 mg; Zinco, 91 mg; Ferro, 80 mg.

Variáveis avaliadas

Semanalmente, foram avaliadas as variáveis relacionadas ao desempenho zootécnico (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). Após o abate e evisceração, foram separados o coração, fígado, moela e gordura abdominal (obtida

extraindo-se todo o conteúdo de tecido adiposo ao redor da cloaca e o aderido à moela). A carcaça (sem cabeça, pescoço, pés e pulmões) foi submetida aos cortes de peito, coxas+sobrecoxas, dorso e asas (com pele e osso). Após ser moída e homogeneizada, uma carcaça por repetição foi submetida à pré-secagem (60°C/72 horas) e posterior secagem total (100°C/24 horas), para obtenção da matéria seca (MS). Em seguida, procedeu-se às análises de proteína bruta (PB= nitrogênio x 6,25 - Mikro-Kjeldahl), extrato etéreo (EE), segundo procedimentos descritos pela AOAC (1990). Para todas as variáveis, os rendimentos foram calculados em relação ao peso vivo do frango, no momento do abate.

Para o estudo da gordura abdominal, realizado ao longo do tempo, adotou-se o modelo misto univariado, considerando as avaliações como subparcelas. A seguir, a descrição do modelo adotado para análise.

$$y_{ijkl} = \mu + GG_i + GM_j + GG_i * GM_j + \text{BOXE } (GG \times GM)_{ijk} + \text{idade}_k + GG_i * \text{idade}_k + GM_j * \text{idade}_k + GG_i * GM_j * \text{idade}_k + e_{ijkl}$$

i= 1,2 grupos genéticos (GG); j = 1,2,3 grupos de manejo (GM); k=1,2,3,4 repetições de cada combinação fatorial GG*GM; l=1,2,3,4 idades de abate aos 21,28,35 e 42 dias, em que:

y_{ijkl} = valor da resposta avaliada no boxe ijk na idade l;

μ = média geral da resposta no experimento envolvido com as quatro idades de avaliação das aves (21, 28 35 e 42 dias de idade);

GG_i = efeito do grupo genético i, se i =1 \Rightarrow GG estabilizado e i = 2 \Rightarrow GG melhorado;

GM_j = efeito do grupo de manejo j, conforme descrição apresentada anteriormente;

$GG_i * GM_j$ = efeito da interação GG vs GM;

$\text{BOXE } (GG \times GM)_{ijk}$ = erro experimental (mede a variabilidade entre boxes), erro aleatório identicamente distribuído, supondo-se que siga a distribuição normal de média zero e variância constante σ^2 ; é o termo usado como denominador do teste F para testar o efeito de grupos genéticos, grupos de manejo e interação GG vs GM;

idade_k = efeito da idade k;

$GG_i * \text{idade}_k$ = efeito da interação GG*idade;

$GM_j * \text{idade}_k$ = efeito da interação GM vs idade;

$GG_i * GM_j * \text{idade}_k$ = efeito da interação tripla GG vs GM vs idade;

e_{ijkl} = erro que mede a variabilidade entre as “subparcelas idades”, erro aleatório identicamente distribuído, supondo-se que siga a distribuição normal de média zero e variância constante σ_b^2 ; é o termo usado como denominador do teste F para testar o efeito de idade e as interações GG vs idade, GM vs idade e GG vs GM vs idade.

Procedeu-se também o estudo do Coeficiente “ β ” de Alometria para a gordura abdominal. HUXLEY (1932) e HUXLEY & TEISSIER (1936) estabeleceram uma equação matemática para a avaliação do crescimento alométrico:

$y = \beta x^\alpha$, define uma relação em escala linear entre os componentes,

em que y = variável dependente (representa a gordura abdominal);

β = constante;

x = variável independente (representa o peso corporal);

α = coeficiente alométrico;

ou **$\log y$ (gordura abdominal) = $a + \beta [\log x$ (peso)]**, define uma escala logarítmica, é mais comumente usada para comparar componentes de massa, em que: “ β ” representa o coeficiente alométrico; os valores para $\beta > 1$; $\beta = 1$ e $\beta < 1$ refletem, respectivamente, crescimento da parte maior, igual ou menor que o todo.

Com a finalidade de estudar como se comporta o aumento da gordura abdominal em relação ao peso vivo, foram ajustados, para as fontes de variação, grupos genéticos (estabilizado e melhorado), grupos de manejo (23RA, 32RA e 23RR), equações alométricas do tipo $\log(\text{gordura}) = a + \beta * [\log(\text{peso})]$, envolvendo no ajuste as idades de 21, 28, 35 e 42 dias. A significância dos parâmetros “ a ” e “ β ” foi testada por meio do teste “ t ” de *Student* ao nível de 5% de probabilidade. Para verificar a natureza da alometria, testou-se a hipótese $\beta = 1$ vs $\beta > 1$. Se $\beta = 1$ indica que a velocidade de deposição da gordura é a mesma que a velocidade de crescimento corporal, e se $\beta > 1$, então a velocidade de deposição é maior que o crescimento corporal.

Foram realizadas análises exploratórias dos dados para a normalidade dos erros studentizados (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Levene), por meio do programa Statistical Analysis System - **SAS**[®] (SAS Institute, 2002). Não foram verificadas violações dessas pressuposições do modelo ($p > 0,05$), os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento General Linear Model (PROC GLM) do **SAS**[®]. Em caso de diferença significativa, as médias foram testadas por dois contrastes, a saber: 32RA vs 23RR para o efeito da temperatura e 23RA vs 23RR para o efeito do consumo de ração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho zootécnico

As médias observadas do peso corporal semanal, caracterizando a diferença de potencial genético para crescimento dos dois grupos genéticos, estabilizado e melhorado, são verificadas na Figura 01.

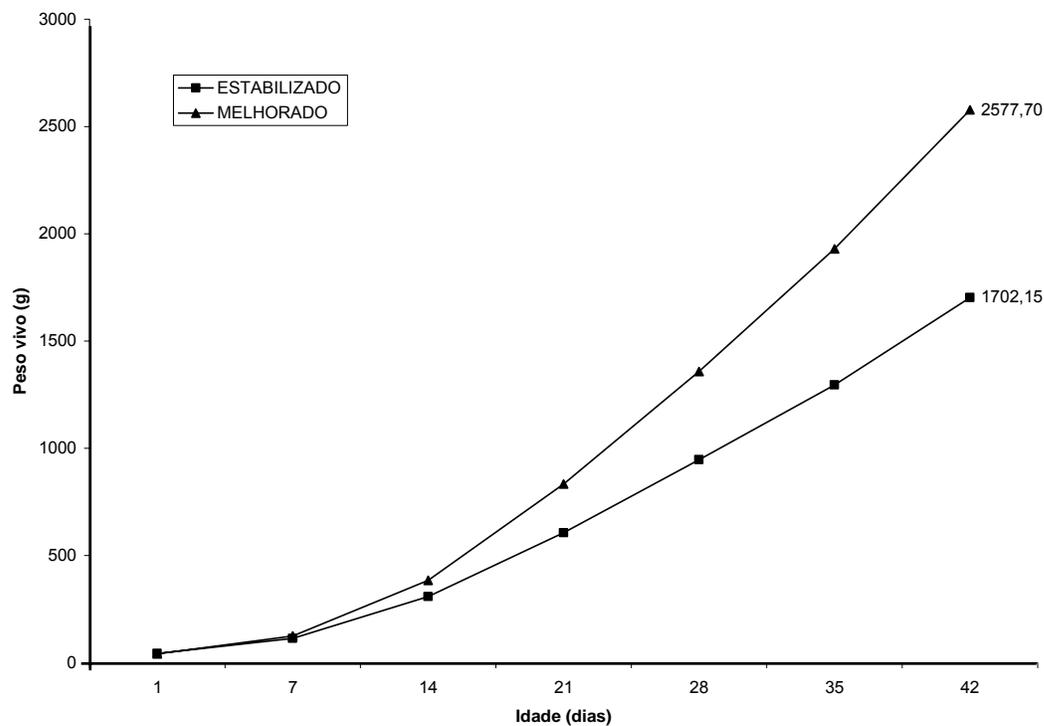


Figura 01. Pesos (g) inicial e semanal por Grupo Genético.

As médias observadas para peso inicial dos pintainhos dos grupos estabilizado e melhorado foram, respectivamente, $43,9 \pm 0,03$ e $41,7 \pm 0,03$ g, havendo diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os grupos genéticos. Para os grupos de manejo não houve diferença ($p > 0,05$), sendo esse peso semelhante para os três grupos, e a média de peso observada foi de $42,8 \pm 0,2$ g.

Observou-se durante todo o período de crescimento das aves, um maior peso para os frangos do grupo melhorado em relação ao grupo estabilizado. Aos 42 dias, a

superioridade em peso ($p < 0,0001$) do grupo melhorado em relação ao estabilizado foi de 51,4%.

As médias observadas e respectivos erros-padrão para o consumo de ração (g) dos frangos de 1 a 42 dias, por grupo de manejo e grupo genético, são relatados na Tabela 03. Vale ressaltar que, para o consumo médio de ração, não foram atendidas as pressuposições para realizar a análise de variância, para a normalidade dos erros estudantilizados e homogeneidade de variâncias entre os tratamentos. Verificou-se redução de consumo, de 29,6% e 40,9%, respectivamente, para frangos do grupo genético estabilizado e melhorado, por influência da elevação da temperatura de criação. Essa redução é normal e ocorre para que seja mantida a temperatura corporal.

Tabela 03. Médias observadas com respectivos erros-padrão para o consumo de ração (g) dos frangos de 1 a 42 dias de idade, por grupo de manejo (GM) e grupo genético (GG).

Variável	G M	G G		Média
		Estabilizado	Melhorado	
Consumo Ração	23RA	3206±48,7	4517±48,8	3861±266,8
	32RA	2634±24,1	3413±109,4	3023±156,1
	23RR	2634±0,17	3413±0,59	3023±147,3
	Média	2790±81,8	3781±161,0	<u>CV(%)=3,2</u>

As médias observadas e respectivos erros-padrão para o ganho em peso corporal (g) dos frangos de 1 a 42 dias, por grupo de manejo e grupo genético, são mostrados na Tabela 04. Foi verificado, tanto para o grupo genético estabilizado quanto para o melhorado, que o maior consumo de ração das aves proporcionou maior ($p < 0,0001$) ganho de peso. Na avaliação do efeito da temperatura de criação sobre o ganho de peso, observou-se que aves do grupo genético estabilizado, mantidas em temperatura termoneutra e com consumo equivalente ao grupo 32RA, ganharam significativamente ($p = 0,0282$) menos peso. Esse fato ocorreu em decorrência do alto grau de restrição imposto e sentido pelas aves. No entanto para as aves do grupo melhorado não foi verificado efeito ($p = 0,4672$), ou seja, a temperatura de estresse crônico utilizada não interferiu no ganho de peso. GERAERT *et al.* (1996) observaram maior ganho de peso para frangos criados em temperatura termoneutra e consumo de ração em *pair-feed*, comparado àqueles submetidos a estresse térmico.

Tabela 04. Médias observadas e respectivos erros-padrão para o ganho de peso corporal (g) dos frangos de 1 a 42 dias de idade, por grupo de manejo (GM) e grupo genético (GG).

Variável	GM	G G		Média	
		Estabilizado	Melhorado		
Ganho de peso	23RA	1658,3±10,5	2536,0±12,5	2097,1±166,0	
	32RA	1408,7±14,4	1868,4±34,3	1638,5±88,6	
	23RR	1349,0±8,9	1849,8±12,0	1599,4±94,9	
	Média	1472,0±40,8	2084,7±96,9		
Valores de P				<u>CV(%)=2,0</u>	
	23RA vs 23RR	32RA vs 23RR	G M	G G	GM x GG
	<0,0001 ¹	0,0282 ¹			
	<0,0001 ²	0,4672 ²	<0,0001	<0,0001	<0,0001

^{1, 2} Referem-se aos contrastes para avaliação dos efeitos do consumo de ração e temperatura, para os grupos genéticos estabilizado e melhorado, respectivamente.

As médias observadas e respectivos erros-padrão para a conversão alimentar dos frangos de 1 a 42 dias, por grupo genético e grupo de manejo, são verificados na Tabela 05. Foi observada diferença somente entre os grupos genéticos, havendo para o estabilizado piora significativa ($p=0,0004$). Quanto aos diferentes grupos de manejo de arraçamento não houve efeito ($p=0,1897$). Ficou evidenciado que nem a elevação da temperatura de criação, nem o consumo diferenciado de ração, influenciaram a conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade. Esses resultados concretizaram-se pelo fato de que, embora tenha ocorrido redução de consumo por efeito da elevação da temperatura de criação dos frangos, a proporção (relação) entre ganho de peso e consumo de ração manteve-se constante. Esses resultados corroboram os achados de LANA *et al.* (2000), ao verificarem que a conversão alimentar não foi influenciada nem pela temperatura ambiente nem pela restrição alimentar imposta a frangos abatidos aos 42 dias de idade. No entanto GERAERT *et al.* (1993 e 1996) verificaram que frangos criados em temperatura elevada tiveram piora da eficiência alimentar.

Tabela 05. Médias observadas e respectivos erros-padrão para a conversão alimentar (g/g) dos frangos de 1 a 42 dias de idade, por grupo de manejo (GM) e grupo genético (GG).

Variável	G G		G M		
	Estabilizado	Melhorado	23RA	32RA	23RR
Conversão alimentar	1,92±0,02	1,82±0,02	1,86±0,04	1,85±0,03	1,90±0,02
Valores de P					<u>CV(%)=3,0</u>
	23RA vs 23RR	32RA vs 23RR	G G	G M	GG x GM
	0,1796	0,0864	0,0004	0,1897	0,1786

Rendimentos de carcaça e cortes comerciais

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os rendimentos (%) da carcaça e das partes (coxas+sobrecoxas, dorso, asas) dos frangos, aos 42 dias de idade, por grupo genético e grupo de manejo, são verificados na Tabela 06.

Aves do grupo genético melhorado tiveram maiores ($p < 0,0001$) rendimentos de carcaça que o grupo genético estabilizado. Esses resultados corroboram os achados de CHAMBERS *et al.* (1981) e HAVENSTEIN *et al.* (1994), que observaram maior rendimento de carcaça para aves melhoradas comparadas a grupos estabilizados geneticamente. Para os rendimentos de coxas+sobrecoxas e dorso não foram observadas diferenças ($p = 0,2059$ e $p = 0,6272$, respectivamente) entre os grupos genéticos. Foram verificados maiores rendimentos de carcaça e dorso, para aves com consumo de ração à vontade, tanto para aquelas criadas em temperatura termoneutra como para as criadas em temperatura elevada. Para o rendimento de carcaça esses resultados são semelhantes aos de AIN BAZIZ *et al.* (1996), ao verificarem aumento do rendimento de carcaça em frangos por influência de temperaturas elevadas.

Tabela 06. Médias observadas e respectivos erros-padrão para rendimentos (%) de carcaça, coxas+sobrecoxas (CX+SC), dorso e asas dos frangos, aos 42 dias de idade, por grupo genético (GG) e grupo de manejo (GM).

Variáveis	G G		G M			
	Estabilizado	Melhorado	23RA	32RA	23RR	
CARCAÇA	64,7±0,6	70,1±0,7	68,0±1,1	69,8±1,1	64,5±0,9	
CX+SC	22,4±1,2	23,0±1,6	22,5±0,9	24,0±1,2	21,6±0,9	
DORSO	16,7±0,3	16,8±0,3	17,4±0,2	17,0±0,3	15,9±0,2	
ASAS	8,4±0,1	7,9±0,2	8,1±0,2	8,3±0,2	8,0±0,2	
Valores de P						
	23RA vs 23RR	32RA vs 23RR	G G	G M	GG x GM	<u>CV(%)</u>
Carcaça	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,1653	0,8
Cx+Sc	0,0836	<0,0001	0,2059	0,0004	0,5271	4,4
Dorso	0,0009	0,0072	0,6272	0,0022	0,8974	4,2
Asas	0,6560	0,1890	0,0367	0,3991	0,4876	6,2

Verificou-se maior ($p < 0,0001$) rendimento de coxas+sobrecoxas por influência da temperatura elevada. Os aumentos de rendimento para essa parte da carcaça fundamentam-se no metabolismo do tipo de musculatura das coxas+sobrecoxas que possuem prioritariamente metabolismo oxidativo (MACARI *et al.*, 1994). Mediante isso,

o maior rendimento é causado pelas quantidades consideráveis de gordura estocada nesses membros, que são utilizadas como substrato energético. Esses resultados corroboram os obtidos por AIN BAZIZ *et al.* (1996), que verificaram maior rendimento de coxas+sobrecoxas, por influência da temperatura elevada. Foi verificado que nem o consumo diferenciado de ração, nem a temperatura de criação influenciaram ($p=0,6560$ e $p=0,1890$, respectivamente), o rendimento das asas.

As médias observadas e respectivos erros-padrão para o rendimento (%) do peito dos frangos, aos 42 dias, por grupo de manejo e grupo genético, são relatados na Tabela 07. Verificou-se que frangos do grupo genético melhorado tiveram maiores ($p<0,0001$) rendimentos de peito em relação àqueles do grupo estabilizado. No entanto para aves do grupo estabilizado não foi verificada alteração do rendimento de peito nem pela temperatura de criação nem pelo consumo diferenciado de ração. Porém aves do grupo melhorado, com alimentação à vontade e criadas em temperatura termoneutra (23RA), apresentaram maiores ($p<0,0001$) rendimentos de peito do que aquelas criadas em temperatura termoneutra, mas com restrição no consumo (23RR). A temperatura ambiente não influenciou ($p=0,0731$ e $p=0,1718$), respectivamente, o rendimento de peito das aves, independentemente do genótipo (melhorado ou estabilizado). HOWLIDER & ROSE (1989) e LEENSTRA & CAHANER (1992) observaram que a elevação da temperatura ambiente influenciou negativamente o rendimento de peito.

Tabela 07. Médias observadas e respectivos erros-padrão para o rendimento do peito (%) dos frangos, aos 42 dias de idade, por grupo de manejo (GM) e grupo genético (GG).

Variável	G M	G G		Média	
		Estabilizado	Melhorado		
PEITO	23RA	17,2±0,1	23,2±0,1	20,2±1,1	
	32RA	17,2±0,3	21,1±0,2	19,1±0,8	
	23RR	16,6±0,3	21,5±0,3	19,1±1,0	
	Média	17,0±0,2	21,9±0,3		
		Valores de P			CV%= 2,3
	23RAvs23RR	32RAvs23RR	G G	G M	GG x GM
	0,0509 ¹	0,0731 ¹			
	<0,0001 ²	0,1718 ²	<0,0001	<0,0001	0,0008

^{1,2} Referem-se aos contrastes para avaliação dos efeitos do consumo de ração e temperatura, para os grupos genéticos estabilizado e melhorado, respectivamente.

Rendimento de vísceras

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os rendimentos (%) das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela), por grupo genético e grupo de manejo, são verificados na Tabela 08. Para grupo genético, observou-se diferença significativa ($p=0,0487$) somente para o rendimento da moela, em que as aves do grupo estabilizado apresentaram maior rendimento. O consumo não interferiu no tamanho relativo do coração ($p=0,4792$), mas influenciou significativamente os rendimentos do fígado e moela ($p=0,0239$) e ($p=0,0042$), respectivamente. Frangos criados em temperatura de estresse térmico apresentaram reduções significativas ($p=0,0011$; $p=0,0003$ e $p=0,0144$), respectivamente, nos tamanhos relativos do coração, fígado e moela. Esses resultados demonstraram que a criação de frangos em temperatura elevada diminui a capacidade respiratória e metabólica (menor tamanho relativo do coração e fígado, respectivamente). Isso pode explicar uma série de transtornos, principalmente os cardiovasculares, na produção de frangos de corte, tendo como conseqüências perdas elevadas, principalmente pelo quadro de caquexia, havendo comprometimento no desempenho das aves. Esses resultados são concordantes com os obtidos por OLIVEIRA NETO *et al.* (2000), que também verificaram que a alta temperatura ambiente influenciou negativamente o peso das vísceras.

Tabela 08. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os rendimentos (%) do coração, fígado e moela dos frangos, aos 42 dias de idade, por grupo genético (GG) e grupo de manejo (GM).

Variáveis	G G		G M			CV(%)
	Estabilizado	Melhorado	23RA	32RA	23RR	
CORAÇÃO	0,53±0,02	0,47±0,03	0,53±0,03	0,42±0,03	0,55±0,03	
FÍGADO	1,80±0,06	1,76±0,07	1,77±0,03	1,60±0,06	1,97±0,07	
MOELA	1,67±0,07	1,46±0,11	1,40±0,08	1,47±0,13	1,81±0,08	
	Valores de P					
	23RA vs 23RR	32RA vs 23RR	GG	GM	GG x GM	
CORAÇÃO	0,4792	0,0011	0,0965	0,0025	0,2094	14,4
FÍGADO	0,0239	0,0003	0,4790	0,0014	0,4790	9,4
MOELA	0,0042	0,0144	0,0487	0,0094	0,1895	16,1

Composição bromatológica da carcaça

As médias observadas e respectivos erros-padrão para a composição bromatológica da carcaça em proteína bruta e extrato etéreo (gordura) dos frangos, aos 42 dias de idade, por grupo de manejo e grupo genético, são relatados na Tabela 09.

Tabela 09. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os percentuais (%) de proteína bruta e extrato etéreo da carcaça dos frangos, aos 42 dias de idade, por grupo de manejo (GM) e grupo genético (GG).

Variáveis	G M	G G		Média	
		Estabilizado	Melhorado		
Proteína bruta	23RA	50,6±0,3	51,2±0,5	50,9±0,3	
	32RA	48,0±0,2	51,9±0,3	50,0±0,8	
	23RR	52,8±0,5	56,6±0,2	54,7±0,8	
	Média	50,5±0,6	53,2±0,7	CV %=1,3	
Extrato etéreo	23RA	39,6±0,3	40,7±0,3	40,2±0,3	
	32RA	43,6±0,5	40,1±0,3	41,9±0,7	
	23RR	37,9±0,5	34,7±0,3	36,3±0,7	
	Média	40,4±0,8	38,5±0,8	CV %=1,9	
Valores de P					
	23RAvs23RR	32RAvs23RR	G G	G M	GG x GM
Proteína bruta	0,0003 ¹ <0,0001 ²	<0,0001 ¹ <0,0001 ²	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Extrato etéreo	0,0050 ¹ <0,0001 ²	<0,0001 ¹ <0,0001 ²	<0,0001	<0,0001	<0,0001

^{1, 2} Referem-se aos contrastes para avaliação dos efeitos do consumo de ração e temperatura, para os grupos genéticos estabilizado e melhorado, respectivamente.

Pode-se verificar que o percentual de proteína bruta da carcaça, aos 42 dias, foi reduzido significativamente, tanto por efeito do consumo de ração como pela temperatura de criação das aves. Esses dados corroboram os achados de GERAERT *et al.* (1996), que verificaram diminuição significativa da proteína corporal em frangos submetidos a estresse calórico. Para o percentual de extrato etéreo da carcaça (gordura total), observou-se elevação dessa porcentagem em frangos alimentados à vontade, em ambas as temperaturas avaliadas. Esses resultados são concordantes com os obtidos por HOWLIDER & ROSE (1987) e GERAERT *et al.* (1996), que verificaram elevação da gordura da carcaça em consequência da elevação na temperatura de criação das aves. Os aumentos do consumo médio de ração e da temperatura de criação provocaram redução no teor de proteína e aumento no percentual de gordura da carcaça.

Gordura abdominal

As médias observadas e respectivos erros-padrão para a porcentagem de gordura abdominal aos 21, 28, 35 e 42 dias de idade, por grupo genético e grupo de manejo, são relatados na Tabela 10. Para melhor visualização, os dados são apresentados com os desdobramentos das interações para todas as idades. No entanto as interações GG x GM, aos 35 e 42 dias, não foram significativas ($p > 0,05$). Aos 21 e 28 dias, foram verificadas diferenças significativas entre os grupos de manejo, para ambos os GG. Aos 21 dias, o grupo genético estabilizado apresentou maior ($p < 0,0185$) percentual de gordura abdominal em virtude da elevada temperatura. No entanto, para o grupo melhorado, o consumo de ração influenciou o aumento ($p < 0,0001$) do percentual da gordura abdominal. Aos 28 dias, para o grupo estabilizado, houve aumento significativo da gordura abdominal para o grupo em restrição, Para o grupo melhorado, foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,0001$), ocorrendo aumento do percentual de gordura, causado tanto pelo elevado consumo de ração como pela alta temperatura de criação. Aos 35 dias, verificou-se maior ($p < 0,0001$) percentual de gordura abdominal para o grupo estabilizado em relação ao melhorado.

Tabela 10. Médias observadas e respectivos erros-padrão para a porcentagem de gordura abdominal, aos 21, 28, 35 e 42 dias de idade dos frangos, por grupo genético (GG) e grupo de manejo (GM).

GG	GM	21	28	35	42	Média
Estabilizado	-	0,87 ±0,03	1,27 ±0,05	1,81 ±0,05 ^a	1,94 ±0,08 ^a	1,48 ±0,07 ^a
Melhorado	-	1,03 ±0,06	1,23 ±0,10	1,53 ±0,04 ^b	1,82 ±0,12 ^a	1,40 ±0,06 ^a
-	23RA ¹	1,02 ±0,10	1,19 ±0,04	1,75 ±0,07 ^a	1,96 ±0,10 ^a	1,48 ±0,08 ^a
-	32RA ²	0,91 ±0,03	1,38 ±0,11	1,76 ±0,07 ^a	2,08 ±0,10 ^a	1,53 ±0,09 ^a
-	23RR ³	0,92 ±0,02	1,18 ±0,10	1,51 ±0,06 ^b	1,61 ±0,11 ^b	1,30 ±0,06 ^b
Estabilizado	1	0,76 ±0,03 ^b	1,27 ±0,03 ^b	1,92 ±0,07	1,87 ±0,09	1,45 ±0,13 ^a
	2	0,98 ±0,02 ^a	1,10 ±0,02 ^b	1,88 ±0,11	2,17 ±0,13	1,53 ±0,14 ^a
	3	0,88 ±0,03 ^a	1,45 ±0,04 ^a	1,65 ±0,02	1,79 ±0,13	1,44 ±0,09 ^a
Melhorado	1	1,28 ±0,04 ^a	1,11 ±0,02 ^b	1,58 ±0,02	2,05 ±0,17	1,50 ±0,10 ^a
	2	0,84 ±0,02 ^b	1,66 ±0,01 ^a	1,64 ±0,06	1,99 ±0,16	1,53 ±0,12 ^a
	3	0,95 ±0,02 ^b	0,91 ±0,02 ^b	1,36 ±0,05	1,42 ±0,14	1,16 ±0,07 ^b

Médias seguidas por letras distintas diferem ($p < 0,05$) pelo teste “*t*” de Student, protegido pela significância do teste “*F*” Global.

Aos 42 dias, não foram observadas diferenças ($p=0,2995$) entre os grupos genéticos para o percentual de gordura abdominal. Para os grupos de manejo foram observadas diferenças ($p=0,0224$ e $p=0,0035$) para o percentual de gordura abdominal, ocorrendo aumento tanto por efeito do consumo de ração como pela temperatura elevada. Para o resultado do efeito da temperatura sobre a deposição de gordura abdominal, os dados obtidos corroboram os de McNAUGHTON & REECE (1984), LEENSTRA & CAHANER (1992), AIN BAZIZ *et al.* (1996) e OLIVEIRA NETO *et al.* (2000), que concluíram que a alta temperatura ambiente proporcionou aumento da deposição de gordura abdominal em frangos de corte. Porém HOWLIDER & ROSE (1989) observaram que a temperatura não interferiu na deposição de gordura abdominal em frangos.

Coeficiente " β " de alometria para a gordura abdominal

As estimativas do coeficiente " β " de alometria para a gordura abdominal, por grupo genético e grupo de manejo, são apresentadas na Tabela 11.

O valor da estimativa de $\beta > 1$ significa alometria positiva, indicando que a velocidade de deposição da gordura abdominal é maior do que a taxa de crescimento do peso corporal. Todas as estimativas dos parâmetros " β " foram maiores ($p < 0,05$) que 1. O coeficiente alométrico " β " para a gordura abdominal foi maior no grupo estabilizado do que no grupo melhorado. Esses resultados revelam que as aves do grupo estabilizado depositaram mais gordura abdominal que as aves do grupo melhorado. Para os grupos de manejo, verificou-se que aves dos grupos que consumiram ração à vontade, independentemente da temperatura, apresentaram valor de " β " maior ($p < 0,05$) que o grupo de restrição alimentar. Foi ainda verificado que tanto o consumo de ração quanto a temperatura influenciaram o aumento da deposição de gordura abdominal. Porém, para o grupo melhorado, foi observado aumento na deposição de gordura abdominal somente por influência da temperatura elevada. Os resultados obtidos evidenciaram que a temperatura elevada tem maior potencialidade para promover aumento da deposição de gordura abdominal que o consumo de ração à vontade.

Tabela 11. Estimativas das equações alométricas do tipo: $\log(\text{gordura}) = a + \beta [\log(\text{peso})]$, por grupo genético (GG) e grupo de manejo (GM).

GG	GM	a*	β **	P	R ²	DP
Estabilizado	-	-9,4598	1,75857 ^a	<0,0001	0,954	0,158
Melhorado	-	-8,2172	1,54423 ^b	<0,0001	0,918	0,195
-	23RA ¹	-8,2551	1,55930 ^a	<0,0001	0,931	0,200
-	32RA ²	-9,1959	1,71250 ^a	<0,0001	0,939	0,185
-	23RR ³	-6,9697	1,37446 ^b	0,0005	0,872	0,231
Estabilizado	1	-10,5294	1,89680 ^a	<0,0001	0,972	0,139
	2	-9,9409	1,83654 ^a	<0,0001	0,968	0,137
	3	-8,7165	1,65722 ^b	<0,0001	0,965	0,131
Melhorado	1	-7,2618	1,41407 ^b	0,0010	0,935	0,172
	2	-9,8676	1,79285 ^a	<0,0001	0,950	0,166
	3	-7,6675	1,44989 ^b	0,0003	0,945	0,145

* Todos as estimativas dos parâmetros "a" são significativamente diferentes de zero (teste "t" de Student ao nível de 5,0% de probabilidade).

** Todos as estimativas dos parâmetros " β " são significativamente maiores que 1 (teste "t" de Student ao nível de 5,0% de probabilidade).

Na coluna das estimativas de " β ", médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste "t" de Student, ao nível de 5% de probabilidade, para cada fonte de variação comparada.

CONCLUSÕES

Aves do grupo genético melhorado apresentam maior rendimento de carcaça, maior deposição de proteína na carcaça e menor deposição de gordura na carcaça e abdominal que as aves do grupo estabilizado.

A temperatura elevada reduz o desempenho de frangos e interfere negativamente na qualidade da produção por aumentar a deposição de gordura e reduzir a deposição de proteína, independente do grupo genético.

Linhagens de maior potencial genético para crescimento são mais adequadas para produzir carcaças com maior rendimento e quantidade de proteína, menor deposição de gordura e maior rendimento de peito.

REFERÊNCIAS

AIN BAZIZ, H.; GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C. F.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, p.505-513, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), **Official Methods of Analysis of the Association of Official analytical Chemists**. 15ed., Washington, DC. 1990.

CAHANER, A.; PINCHASOV, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. Effect of dietary protein under high ambient temperature on body weight, breast meat yield, and abdominal fat deposition of broiler stocks differing in growth rate and fatness. **Poultry Science**, v.74, p.968-975, 1995.

CHAMBERS, J. R.; GAVORA, J. S.; FORTIN, A. Genetic changes in meat-type chickens in the last twenty years. **Canadian Journal of Animal Science**, v.61, p.555-563, 1981.

DEATON, J. W.; REECE, F. N.; McNAUGHTON, J. L. The effect of temperature during the growing period on broiler performance. **Poultry Science**, v.57, p.1070-1074, 1978.

GERAERT, P. A.; GUILLAUMIN, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **British Poultry Science**, v.34, p. 643-653, 1993.

GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C. F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens : growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p.195-204, 1996.

HAVENSTEIN, G. B.; FERKET, P. R.; SCHEIDELER, S. E.; RIVES, D. V. Carcass composition and yield of 1991 vs 1957 broilers when fed "Typical" 1957 and 1991 broiler diets. **Poultry Science**, v.73, p.1795-1804, 1994.

HOOD, R. L. Cellular and biochemical aspects of fat deposition in the broiler chicken. **World's Poultry Science Journal**, v.40, p.160-169, 1984.

HOWLIDER, M. A.; ROSE, S. P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.228-237, 1987.

HOWLIDER, M. A. R.; ROSE, S. P. Rearing temperature and the meat yield of broilers. **British Poultry Science**, v.30, p.61-67, 1989.

HUXLEY, J. S. Problems of relative growth. **Dial press**, New York, 1932.

HUXLEY, J. S.; TEISSIER, G. Terminology of relative growth. **Nature**, v.137, p.780-781, 1936.

KUBENA, L. F.; LOTT, B. D.; DEATON, J. W.; REECE, F. N.; MAY, J. D. Body composition of chicks as influenced by environmental temperature and selected dietary factors. **Poultry Science**, v.51, p.517-522, 1972.

LANA, G. R. Q.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; LANA, A. M. Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1117-1123, 2000.

LECLERCQ, B.; BLUM, J. C.; BOYER, J. P. 1980. Selecting broilers for low or high abdominal fat: initial observations. **British Poultry Science**, v.21, p.107-113, 1980.

LEENSTRA, F.; CAHANER, A. Effects of low, normal, and high temperatures on slaughter yield of broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. **Poultry Science**, v. 71, p.1994-2006, 1992.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Termorregulação. In:_____. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. cap. 5, p. 69-92.

MAY, J. D.; LOTT, B. D.; SIMMONS, J. D. The effect of environmental temperature and body weight on growth rate and feed:gain of male broilers. **Poultry Science**, v.77, p. 499-501, 1998.

McNAUGHTON, J. L.; REECE, F. N. Response of broiler chickens to dietary and lysine levels in a warm environment. **Poultry Science**, v.63, p.1170-1174, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Poultry**. 9ed. Washington: National Academy Press, 155p, 1994.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R. A.; MAXIMIANO, H. C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.183-190, 2000.

SAS INSTITUTE (Cary, United States). **SAS® User's Guide**: Statistics. Cary, 2002.

SMITH, M. O.; TEETER, R. G. Influence of feed intake and ambient temperature stress on the relative yield of broiler parts. **Nutrition Reports International**, v.35, n.2, p. 299-306, 1987.

TEETER, R. G. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poultry Digest**, May, p. 10-16, 1994.

YAHAV, S. 2000. Domestic fowl-strategies to confront environmental conditions. **Avian and Poultry Biological Review**, v.11, p.81-95, 2000.

CAPÍTULO 3. EFEITO DO CONSUMO DE ENERGIA SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM FRANGOS DE CORTE COM POTENCIAL DE CRESCIMENTO DIFERENCIADO

RESUMO- Foi avaliado o efeito do consumo de energia sobre o desempenho, rendimentos de carcaça, cortes, vísceras comestíveis, gordura abdominal, composição bromatológica da carcaça e o coeficiente alométrico para a gordura abdominal em frangos de corte. Foram alojados 600 pintos de corte, machos de um dia de idade, de duas linhagens com potencial genético de crescimento diferenciado. Foi utilizado um esquema fatorial 2 vs 3 (6 tratamentos com 4 repetições) correspondendo, respectivamente, a 2 grupos genéticos: um proveniente da Embrapa Suínos e Aves (PCLC), sob acasalamento ao acaso, denominado de estabilizado, e outro comercial (ROSS 308), denominado de melhorado, e 3 níveis de energia metabolizável das rações; 2.950, 3.200 e 3.450 kcal EM/kg. O consumo de energia diferenciado não alterou os rendimentos de carcaça, peito e asas em frangos aos 42 dias de idade. O menor consumo de energia possibilitou a produção de frangos de corte com menos gordura abdominal, baixo percentual de gordura e elevação da proteína na carcaça. Aves do grupo genético melhorado apresentaram pesos relativos do coração, fígado e moela, menores do que os das aves do grupo estabilizado. O consumo diferenciado de energia não interfere na produção de carne de peito de frangos aos 42 dias de idade. Frangos com diferentes potenciais genéticos para crescimento têm respostas zootécnicas diferentes pelo efeito do consumo diferenciado de energia.

Palavras-chave: coeficiente alométrico, composição bromatológica, gordura abdominal, gordura na carcaça.

INTRODUÇÃO

A energia metabolizável da ração é um dos fatores nutricionais que mais têm sido estudado, tanto na produção de frangos de corte como em poedeiras comerciais. Ao se estabelecer a concentração ou nível de energia das rações a serem utilizadas por uma determinada categoria de animais, deve-se considerar os reflexos sobre o desempenho e custos de produção. Normalmente, existe relação positiva entre nível de energia da ração e elevação da deposição de gordura na carcaça (JACKSON *et al.*, 1982 e LEESON *et al.*, 1996) e abdominal JACKSON *et al.* (1982), TRINDADE *et al.* (1982), BERTECHINI *et al.* (1991) e LEESON *et al.* (1996), levando-se em consideração a crescente exigência do consumidor por carnes e produtos derivados com baixos níveis de gordura.

Os frangos de corte tendem a controlar o consumo de ração para satisfazer suas necessidades energéticas, podendo ocorrer redução de consumo em decorrência de aumento na densidade energética da ração. LEESON *et al.* (1996) verificaram que o fornecimento de ração à vontade para frangos, com dois níveis distintos de energia metabolizável (2.700 e 3.300 kcal EM/kg), não influenciou a taxa de crescimento, e o consumo de energia foi constante. No entanto RICHARDS (2003) relatou que o frango de corte, selecionado para rápido ganho de peso e aumento da massa muscular, não se adaptou em regular o consumo voluntário de alimento para o adequado balanço de energia. Frangos alimentados à vontade exibem hiperfagia (sobreconsume), seguido de excessivo acúmulo de gordura, elevando a adiposidade, tornando-os susceptíveis a doenças que afetam a produtividade dos lotes.

Tem sido estabelecido como normal uma relação positiva entre aumento dos níveis de energia da ração e o ganho de peso e conversão alimentar (WALDROUP, 1981; TRINDADE *et al.*, 1982; BERTECHINI *et al.*, 1991 e HOLSHEIMER & VEERKAMP, 1992). No entanto é importante considerar que nem sempre ocorre relação direta entre nível de energia da ração e consumo de energia. LEESON *et al.* (1996) obtiveram consumo de energia equivalente em rações diferindo os níveis de energia metabolizável.

Tem-se verificado que baixas relações energia:proteína em rações causam redução de deposição de gordura (FRAPS, 1943; BARTOV *et al.*, 1974; FARRELL, 1974 e TOUCHBURN *et al.*, 1981). No entanto GUILLAUME & SUMMERS (1970) e

JACKSON *et al.* (1982) verificaram que o grau no qual a energia foi utilizada era dependente da relação energia:proteína. Em rações com elevado teor de proteína, a energia é utilizada menos eficientemente, se comparada com rações de baixo teor protéico. Essa evidência pode explicar por que rações com menores relações energia:proteína possibilitam menores deposição de gordura do que aquelas com maiores relações (GRIFFITH *et al.*, 1977).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito do consumo de energia metabolizável sobre o desempenho, rendimento de carcaça, cortes, vísceras comestíveis, gordura abdominal e composição bromatológica da carcaça de frangos de corte com potencial de crescimento diferenciado.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações, animais e fatores estudados

Foram utilizadas duas câmaras climáticas do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal-SP.

Foram alojados 600 pintos, machos de um dia de idade, pesados e distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 vs 3, totalizando seis tratamentos com quatro repetições de 25 aves cada.

Os fatores foram representados pela progênie de dois grupos genéticos (GG) com potencial de crescimento diferenciado, um estabilizado geneticamente desde 1984 (PCLC), sob acasalamento ao acaso, de propriedade da Embrapa Suínos e Aves, e outro comercial denominado de melhorado (ROSS 308). As matrizes tinham as idades de 54 e 52 semanas, respectivamente, para os grupos estabilizado e melhorado. O outro fator foi representado por três rações (Tabela 01), diferindo somente nos níveis de energia metabolizável (EM) por kg de ração (2.950, 3.200 e 3.450 kcal EM/kg). As rações, inicial de 1 a 21 dias e crescimento de 22 a 42 dias, foram formuladas com base nas sugestões de exigências estabelecidas pelo NRC (1994). Para os tratamentos, dentro de cada grupo genético, foi estabelecido fornecimento de ração equivalente, em *pair feed* diário, ponderado pelo tratamento com o menor consumo de ração.

Manejo geral, sanitário e de abate

A água foi fornecida à vontade durante todo o período de criação das aves e, diariamente, realizada a pesagem da ração para determinação do consumo médio por ave do grupo de menor consumo, que até os 28 dias foram dos grupos de frangos que consumiam ração com 3.450 kcal EM/kg. Após esse dia, o consumo foi ponderado pelos grupos que consumiam a ração com nível de 2.950 kcal EM/kg. A partir desse consumo médio por ave, foi estabelecida a quantidade a ser fornecida para cada grupo de aves, ponderada pela quantidade de aves dentro de cada box. O consumo de

Tabela 01. Composição percentual e calculada das rações, inicial de 1 a 21 dias e crescimento de 22 a 42 dias.

Ingredientes	Ração Inicial (%)			Ração Crescimento (%)		
	Milho	57,43	51,54	45,61	67,10	61,21
Farelo de soja – 45%	36,49	37,60	38,70	29,20	30,30	31,40
Óleo de soja	2,27	7,07	11,89	0,46	5,27	10,08
Fosfato bicálcico	1,81	1,82	1,84	1,30	1,32	1,33
Calcário calcítico	1,10	1,09	1,07	1,22	1,21	1,19
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,29	0,29	0,29
Cloreto de colina 60%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL-metionina	0,16	0,16	0,17	0,07	0,07	0,08
L-lisina	0,02	-	-	0,02	-	-
L-treonina	-	-	-	0,03	0,02	0,02
Coxistac 12%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bacitracina de Zn 15%	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento vit./min. ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Energia e Nutrientes	Composição calculada					
Energia Met. (kcal/kg)	2.950	3.200	3.450	2.950	3.200	3.450
Proteína bruta (%)	21,50	21,50	21,50	19,00	19,00	19,00
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15
Lisina (%)	1,18	1,18	1,19	1,00	1,00	1,02
Metionina (%)	0,50	0,50	0,50	0,38	0,38	0,38
Metionina+Cistina (%)	0,94	0,93	0,91	0,82	0,80	0,78
Treonina (%)	0,82	0,82	0,82	0,74	0,74	0,74
Energia/Proteína	137,2	148,8	160,5	155,3	168,4	181,6

1- **Suplemento de vitaminas/minerais** – Níveis por kg de ração: Vitamina A, 7.000 UI; Vitamina D3, 3.000 UI; Vitamina E, 25 mg; Vitamina K, 1 mg; Vitamina B1, 1,8 mg; Vitamina B2, 9,6 mg; Vitamina B6, 3,5 mg; Vitamina B12, 10 mcg; Biotina, 1,6 mg; Pantotenato de Cálcio, 9,5 mg; Ácido Nicotínico, 35 mg; Antioxidante (Banox), 0,1 mg; Cobre, 10 mg; Iodo, 1,3 mg; Manganês, 76 mg; Selênio, 0,27 mg; Zinco, 91 mg; Ferro, 80 mg.

ração foi controlado diariamente e estabeleceu-se consumo de ração equivalente, em *pair-feed*, para os grupos experimentais dentro de cada tratamento, garantindo dessa forma, diferenças de consumo de energia e consumo semelhante dos outros nutrientes (proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas). O programa de luz adotado foi o contínuo, sendo fornecidas 24 horas de luz artificial diárias, durante todo o período experimental.

Os pintos foram imunizados com vacinas contra as doenças de Marek (HVC), via injeção subcutânea na base do pescoço, no primeiro dia; Newcastle (HB1) e Gumboro

intermediária (GBV8) via ocular, no oitavo dia, e Gumboro forte (GUMBOR-VET forte), via oral pela água de bebida, no vigésimo segundo dia de vida.

Aos 21 e 28 dias de idade, após pesagem da ração e de cada grupo de aves de cada repetição, procedeu-se a retirada de um frango por unidade experimental (± 50 g da média do grupo). Após jejum hídrico e de alimento de 5 a 6 horas, os frangos foram insensibilizados por meio de concussão cerebral e abatidos por sangria, mediante corte da veia jugular, sendo posteriormente escaldados, depenados e eviscerados. Aos 35 e 42 dias, após pesagem de cada grupo de aves de cada repetição, foram retirados dois frangos de cada parcela (± 100 g da média do grupo) e realizados os mesmos procedimentos para abate, descritos para as outras idades.

Temperatura de criação

A temperatura das câmaras climáticas foi mantida próxima da termoneutralidade durante todo o tempo de criação dos frangos (Tabela 02).

Tabela 02. Médias de temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) das câmaras climáticas com respectivos erros-padrão, por idade.

IDADES (dias)	Câmara Climática ($^{\circ}\text{C}$)
	Termoneutra
01 a 07	29,5 \pm 1,2
08 a 14	26,7 \pm 0,6
15 a 21	26,0 \pm 1,2
22 a 42	25,2 \pm 1,3

Variáveis avaliadas

Semanalmente, foram avaliadas as variáveis relacionadas ao desempenho zootécnico (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). Após o abate e evisceração, foram separados o coração, fígado, moela e gordura abdominal (obtida extraíndo-se todo o conteúdo do tecido adiposo ao redor da cloaca e a aderida à moela). A carcaça (sem cabeça, pescoço, pés e pulmões) foi submetida aos cortes de peito, coxas+sobrecoxas, dorso e asas (com pele e osso). Após ser moída e homogeneizada, uma carcaça por repetição foi submetida à pré-secagem ($60^{\circ}\text{C}/72$

horas) e posterior secagem total (100°C/24 horas), para obtenção da matéria seca (MS). Em seguida, procedeu-se às análises de proteína bruta (PB= nitrogênio x 6,25 - Mikro-Kjeldahl), extrato etéreo (EE), segundo procedimentos descritos pela AOAC (1990). Para todas as variáveis, os rendimentos foram calculados em relação ao peso vivo do frango, no momento do abate.

Para o estudo da gordura abdominal realizado ao longo do tempo, adotou-se o modelo misto univariado, considerando as idades como subparcelas. A seguir, a descrição do modelo adotado para análise.

$$y_{ijkl} = \mu + GG_i + EM_j + GG_i * EM_j + \text{BOXE}(GG \times EM)_{ijk} + \text{idade}_k + GG_i * \text{idade}_k + EM_j * \text{idade}_k + GG_i * EM_j * \text{idade}_k + e_{ijkl}$$

i= 1,2 grupos genéticos (GG); j = 1,2,3 EM; k=1,2,3,4 repetições de cada combinação fatorial GG*EM; l=1,2,3,4 idades de abate aos 21,28,35 e 42 dias, em que:

y_{ijkl} = valor da resposta avaliada no boxe ijk na idade l;

μ = média geral da resposta no experimento envolvido com as quatro idades de avaliação das aves;

GG_i = efeito do grupo genético i, se i = 1 \Rightarrow GG estabilizado e i = 2 \Rightarrow GG melhorado;

EM_j = efeito da Energia Metabolizável_j, conforme descrição apresentada anteriormente;

$GG_i * EM_j$ = efeito da interação GG vs EM;

$\text{BOXE}(GG \times EM)_{ijk}$ = erro experimental (mede a variabilidade entre boxes), erro aleatório identicamente distribuído, supondo-se que siga a distribuição normal de média zero e variância constante σ^2 ; é o termo usado como denominador do teste F para testar o efeito de grupos genéticos, tratamentos e interação GG vs tratamentos;

idade_k = efeito da idade k;

$GG_i * \text{idade}_k$ = efeito da interação GG*idade;

$EM_j * \text{idade}_k$ = efeito da interação tratamento vs idade;

$GG_i * EM_j * \text{idade}_k$ = efeito da interação tripla GG vs tratamento vs idade;

e_{ijkl} = erro que mede a variabilidade entre as “subparcelas idades”, erro aleatório identicamente distribuído, supondo-se que siga a distribuição normal de média zero e variância constante σ_b^2 ; é o termo usado como denominador do teste F para testar o efeito de idade e as interações GG vs idade, tratamento vs idade e GG vs tratamento vs idade.

Procedeu-se ainda o estudo do coeficiente “ β ” de alometria para a gordura abdominal. HUXLEY (1932) e HUXLEY & TEISSIER (1936) estabeleceram uma equação matemática para a avaliação do crescimento alométrico:

$y = \beta x^\alpha$, define uma relação em escala linear entre os componentes,

em que y = variável dependente (representa a gordura abdominal);

β = constante;

x = variável independente (representa o peso corporal);

α = coeficiente alométrico;

ou **$\log y$ (gordura abdominal)= $a + \beta [\log x$ (peso)]**, define uma escala logarítmica, é mais comumente usada para comparar componentes de massa, em que: “ β ” representa o coeficiente alométrico; os valores para $\beta > 1$; $\beta = 1$ e $\beta < 1$ refletem, respectivamente, crescimento da parte maior, igual ou menor que o todo.

Com a finalidade de estudar como se comporta o crescimento da gordura abdominal em relação ao peso vivo, foram ajustados, para as fontes de variação, grupos genéticos (estabilizado e melhorado) e níveis de energia metabolizável das rações (2.950, 3.200 e 3.450 kcal EM/kg), equações alométricas do tipo $\log(\text{gordura}) = a + \beta * [\log(\text{peso})]$, envolvendo no ajuste as idades de 21, 28, 35 e 42 dias. A significância dos parâmetros “ a ” e “ β ” foi testada por meio do teste “ t ” de *Student* ao nível de 5 % de probabilidade. Para verificar a natureza da alometria, testou-se a hipótese $\beta=1$ vs $\beta>1$. Se $\beta=1$ indica que a velocidade de deposição de gordura é a mesma que a velocidade de crescimento corporal e, se $\beta>1$, então a velocidade de deposição é maior que o crescimento corporal.

Foram realizadas análises exploratórias dos dados para a normalidade dos erros estudentizados (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Levene), por meio do programa Statistical Analysis System - **SAS**[®] (SAS Institute, 2002). Não foram verificadas violações dessas pressuposições do modelo ($p>0,05$), os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento General Linear Model (PROC GLM) do **SAS**[®]. Em caso de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho Zootécnico

As médias observadas de peso corporal semanal, caracterizando a diferença de potencial genético para crescimento dos dois grupos genéticos, estabilizado e melhorado, são mostradas na Figura 01.

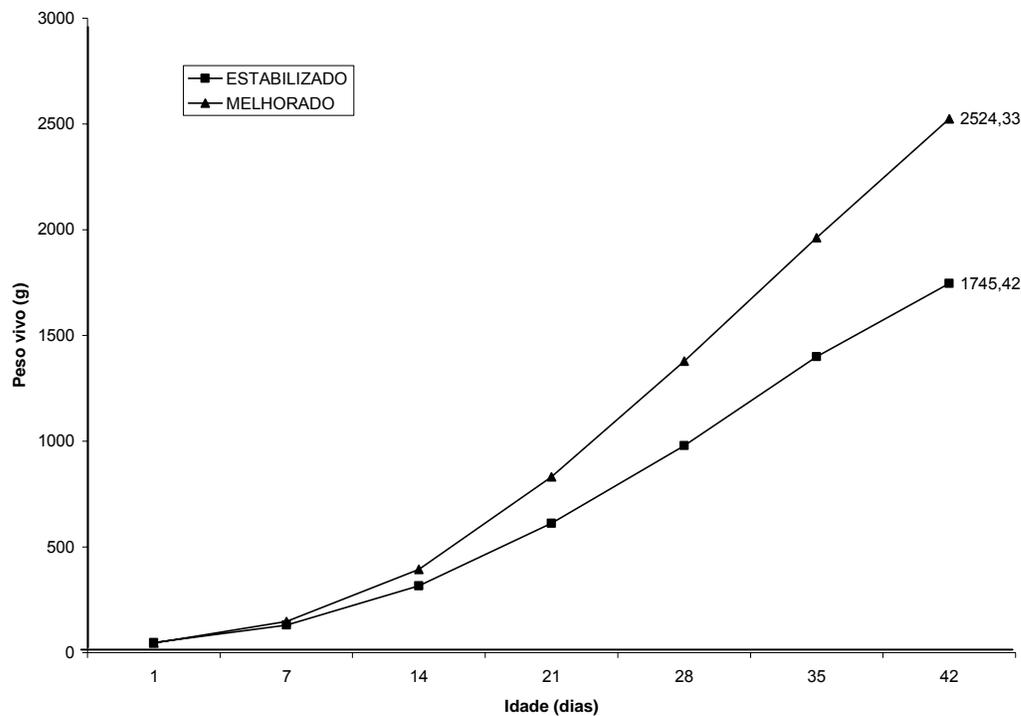


Figura 01. Pesos (g) Inicial e semanal por Grupo Genético.

As médias para peso inicial dos pintainhos dos grupos estabilizado e melhorado foram, respectivamente, de $47,5 \pm 0,01$ e $45,8 \pm 0,01$ g, havendo diferenças ($p < 0,05$) entre os grupos genéticos. Para os grupos de energia metabolizável da ração, não houve diferença ($p > 0,05$), sendo esse peso semelhante para os três grupos, e a média de peso observada foi de $46,6 \pm 0,3$ g.

Observou-se durante todo o período de crescimento das aves, um maior peso para os frangos do grupo melhorado em relação ao grupo estabilizado. Aos 42 dias, a superioridade em peso ($p < 0,0001$) do grupo melhorado sobre o estabilizado foi de 44,6%.

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os consumos de ração e de energia dos frangos de 1 a 42 dias por energia metabolizável da ração e grupo genético, são relatados na Tabela 03. Vale ressaltar que, para os consumos médios de ração e de energia, não foram atendidas as pressuposições para realizar a análise de variância, para a normalidade dos erros estudentizados e homogeneidade de variâncias entre os tratamentos.

Verificou-se que o consumo de ração foi o mesmo, independentemente do nível de energia utilizado. Porém, para o consumo de energia houve diferenças de consumo de 8,5% e 7,8% e 17,0%, respectivamente, entre os níveis (2.950/3.200), (3.200/3.450) e (2.950/3.450). Observou-se diferença de consumo de ração e energia de 33,3% entre os grupos genéticos estabilizado e melhorado.

Tabela 03. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os consumos (g) de ração (CRação) e de energia (CEnergia) dos frangos de 1 a 42 dias de idade, por energia metabolizável da ração (EM) e grupo genético (GG).

Variáveis	E M		G G		Média
	kcal EM/kg	Estabilizado	Melhorado		
CRação	2.950	3235±0,00	4312±42,4		3774±576,2
	3.200	3235±0,00	4312±0,00		3774±575,6
	3.450	3236±62,4	4312±67,5		3774±578,6
	Média	3235±32,6	4312±41,6		<u>CV(%)=1,1</u>
CEnergia	2.950	9544±0,00	12721±125,0		11134±1700,0
	3.200	10353±0,00	13799±0,00		12076±1842,0
	3.450	11162±215,1	14877±233,0		13020±1996,0
	Média	10353±699,0	13799±930,0		<u>CV(%)=1,2</u>

As médias observadas para os efeitos principais e respectivos erros-padrão para o ganho de peso (g) de 1 a 42 dias, para grupo genético e energia metabolizável da ração, são mostrados na Tabela 04. O ganho de peso foi relacionado diretamente com o consumo de energia, ou seja, aves que consumiram mais energia ganharam mais peso ($p < 0,05$).

Tabela 04. Médias observadas e respectivos erros-padrão para o ganho de peso corporal (g) dos frangos de 1 a 42 dias de idade, por grupo genético (GG) e energia metabolizável da ração (EM).

Variável	G G		E M (kcal EM/kg)		
	Estabilizado	Melhorado	2.950	3.200	3.450
Ganho de peso	1698,0±23 ^b	2478,5±24 ^a	1993,0±150 ^c	2106,2±149 ^b	2165,5±146 ^a
Valores de P					
	G G	E M	GG x EM	<u>CV(%)=1,7</u>	
	<0,0001	<0,0001	0,8602		

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha e para o mesmo fator, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve interação ($p < 0,05$) entre EM x GG para a conversão alimentar aos 42 dias. As médias observadas e respectivos erros-padrão por energia metabolizável da ração e grupo genético são verificados na Tabela 05. Para o grupo estabilizado a conversão teve uma relação inversa ao consumo de energia, ou seja, o maior consumo foi relacionado com a menor (melhor) conversão alimentar. No entanto, para o grupo melhorado, houve diferença somente entre o grupo de menor consumo de energia comparado aos outros dois níveis, que não diferiram ($p > 0,05$) entre si, havendo piora da conversão alimentar com o menor consumo de energia.

Tabela 05. Médias observadas e respectivos erros-padrão para a conversão alimentar (g/g) dos frangos aos 42 dias de idade, por energia metabolizável da ração (EM) e grupo genético (GG).

Variáveis	E M (kcal EM/kg)	G G		Média
		Estabilizado	Melhorado	
Conversão alimentar ¹	2.950	2,02±0,01 ^{aA}	1,81±0,01 ^{aB}	1,92±0,04
	3.200	1,89±0,01 ^{bA}	1,73±0,01 ^{bB}	1,81±0,03
	3.450	1,82±0,01 ^{cA}	1,69±0,02 ^{bB}	1,75±0,03
Média		1,91±0,03	1,74±0,02	
Valores de P				
	G G	E M	GG x EM	<u>CV(%)=1,4</u>
	<0,0001	<0,0001	0,0070	

¹Interação significativa entre os fatores ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas ou por maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Rendimento de carcaça e cortes comerciais

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os rendimentos da carcaça, peito, coxas+sobrecoxas e asas, aos 42 dias, por grupo genético e energia metabolizável da ração, são apresentados na Tabela 06. Foram observados maiores ($p < 0,05$) rendimentos de carcaça, peito e coxas+sobrecoxas, nas aves do grupo genético melhorado. Frangos do grupo genético estabilizado apresentaram maior ($p < 0,05$) rendimento de asas, comparando-se com frangos do grupo melhorado. Com relação à energia da ração, foi observado aumento ($p < 0,05$) para o rendimento das coxas+sobrecoxas com o menor consumo de energia. As demais variáveis não foram influenciadas pela diferença no consumo de energia. O consumo de energia exerceu efeito pouco representativo sobre os rendimentos da carcaça e de suas partes. Esses resultados corroboram os obtidos por OLIVEIRA NETO *et al.* (1999), HOWLIDER & ROSE (1992) e SAKOMURA *et al.* (2004), que constataram em seus estudos que os diferentes níveis de energia da dieta não tiveram efeito sobre o rendimento de carcaça de frangos na idade de abate. LEESON *et al.* (1996) e SAKOMURA *et al.* (2004) também não observaram efeito dos níveis de energia da dieta sobre o rendimento do peito. BERTECHINI *et al.* (1991) verificaram que o nível de energia de 3.200 kcal EM/kg resultou em maior rendimento de carcaça de frangos, quando comparados com níveis de energia mais baixos (2.800 e 3.000 kcal EM/kg). Porém TRINDADE *et al.* (1982) observaram maior rendimento de carcaça com a utilização de ração com baixo nível de energia metabolizável.

Tabela 06. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os rendimentos (%) de carcaça, peito, coxas+sobrecoxas (CX+SC) e asas de frangos, aos 42 dias de idade, por grupo genético (GG) e energia metabolizável da ração (EM).

Variáveis	G G		E M (kcal kg)		
	Estabilizado	Melhorado	2.950	3.200	3.450
CARCAÇA	62,4±1,5 ^b	67,1±1,2 ^a	65,3±2,1 ^a	64,6±3,0 ^a	64,2±3,3 ^a
PEITO	17,3±0,8 ^b	22,8±0,9 ^a	20,3±2,6 ^a	20,3±3,4 ^a	19,5±3,0 ^a
CX+SC	22,2±0,6 ^b	22,9±0,7 ^a	23,0±0,9 ^a	22,2±0,6 ^b	22,4±0,4 ^b
ASAS	8,7±0,2 ^a	7,9±0,2 ^b	8,4±0,6 ^a	8,2±0,5 ^a	8,2±0,5 ^a
	Valores de P				
	G G		E M	GG x EM	CV(%)
Carcaça	<0,0001		0,2564	0,1497	2,0
Peito	<0,0001		0,0631	0,1624	3,6
Cx+Sc	0,0132		0,0319	0,6603	2,6
Asas	<0,0001		0,0933	0,5071	2,4

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha e para o mesmo fator, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As médias observadas e respectivos erros-padrão para o rendimento (%) do dorso dos frangos, aos 42 dias, por energia metabolizável da ração e grupo genético, são relatados na Tabela 07. O consumo de energia não alterou ($p>0,05$) o rendimento do dorso em aves do grupo genético estabilizado. No entanto, para as aves do grupo melhorado, o maior consumo de energia possibilitou maior ($p<0,05$) peso relativo do dorso.

Tabela 07. Médias observadas e respectivos erros-padrão para o rendimento (%) do dorso dos frangos, aos 42 dias de idade, por energia metabolizável da ração (EM) e grupo genético (GG).

Variável	E M (kcal kg)	G G		Média
		Estabilizado	Melhorado	
DORSO ¹	2.950	14,2±0,6 ^{aa}	12,9±0,4 ^{ba}	13,6±0,8
	3.200	14,6±0,7 ^{aa}	13,3±1,0 ^{bb}	13,9±1,0
	3.450	13,7±0,1 ^{aa}	14,6±0,1 ^{aa}	14,2±0,5
	Média	14,2±0,6	13,6±0,9	
Valores de P				
	G G	E M	GG x EM	<u>CV(%)=4,1</u>
	0,0235	0,1359	0,0020	

¹Interação significativa entre os fatores ($p<0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas ou por maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Rendimento de vísceras

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os rendimentos (%) do coração e fígado dos frangos, aos 42 dias, por grupo genético e energia metabolizável da ração, são apresentados na Tabela 08. Frangos do grupo genético estabilizado tiveram rendimentos de coração e fígado maiores ($p<0,05$) do que frangos melhorados. Para o rendimento do coração, foi verificado que o rendimento aumenta com o aumento do consumo de energia. Para o rendimento do fígado, foi observado menor rendimento com utilização da ração com nível de 3.200 kcal EM.

Tabela 08. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os rendimentos (%) do coração e fígado dos frangos, aos 42 dias de idade, por grupo genético (GG) e energia metabolizável da ração (EM).

Variáveis	G G		E M (kcal kg)		
	Estabilizado	Melhorado	2.950	3.200	3.450
CORAÇÃO	0,56±0,03 ^a	0,45±0,03 ^b	0,48±0,05 ^b	0,50±0,06 ^{ab}	0,53±0,07 ^a
FIGADO	1,9±0,1 ^a	1,7±0,1 ^b	1,8±0,1 ^a	1,7±0,14 ^b	1,8±0,15 ^a
Valores de P					
	G G	E M	GG x EM	CV(%)	
CORAÇÃO	<0,0001	0,0073	0,4394	5,1	
FÍGAGO	<0,0001	0,0031	0,2502	4,3	

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha e para o mesmo fator, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As médias observadas e respectivos erros-padrão para o rendimento (%) da moela dos frangos, aos 42 dias, por energia metabolizável da ração e grupo genético, são mostrados na Tabela 09. Dentro do grupo estabilizado, não houve variações no rendimento de moela em função do consumo de energia. Para o grupo melhorado, o maior consumo de energia provocou redução ($p < 0,05$) do rendimento da moela. Pelos resultados obtidos, pode-se estabelecer que o consumo diferenciado de energia provocou poucas variações nos pesos relativos das vísceras comestíveis.

Tabela 09. Médias observadas e respectivos erros-padrão para o rendimento (%) da moela dos frangos, aos 42 dias de idade, por energia metabolizável da ração (EM) e grupo genético (GG).

Variável	E M (kcal kg)	G G		Média
		Estabilizado	Melhorado	
MOELA ¹	2.950	1,63±0,04 ^{aA}	1,27±0,11 ^{aB}	1,45±0,21
	3.200	1,63±0,10 ^{aA}	1,18±0,04 ^{aB}	1,40±0,25
	3.450	1,57±0,05 ^{aA}	1,00±0,08 ^{bB}	1,28±0,31
	Média	1,61±0,07	1,15±0,14	
Valores de P				
	G G	E M	GG x EM	CV(%)=5,7
	<0,0001	0,0013	0,0469	

¹Interação significativa entre os fatores ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas ou por maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Composição bromatológica da carcaça

As médias observadas e respectivos erros-padrão para a composição bromatológica da carcaça em proteína bruta e extrato etéreo (gordura) dos frangos, aos 42 dias, por energia metabolizável da ração e por grupo genético, são relatados na Tabela 10.

Tabela 10. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os percentuais (%) de proteína bruta e extrato etéreo da carcaça dos frangos, aos 42 dias de idade, por energia metabolizável da ração (EM) e por grupo genético (GG).

Variáveis	E M (kcal kg)	G G		Média
		Estabilizado	Melhorado	
Proteína bruta ¹	2.950	50,7±0,9 ^{abB}	59,4±0,4 ^{aA}	55,0±4,7
	3.200	51,4±1,3 ^{aB}	54,0±0,5 ^{bA}	52,7±1,7
	3.450	49,4±0,5 ^{bA}	50,9±0,3 ^{cA}	50,1±0,9
	Média	50,5±1,2	54,8±3,7	
Extrato etéreo ¹	2.950	41,2±0,9 ^{abA}	31,7±0,3 ^{cB}	36,4±5,2
	3.200	39,7±1,2 ^{bA}	38,5±0,5 ^{bA}	39,0±1,0
	3.450	42,5±0,8 ^{aA}	41,7±0,3 ^{aA}	42,1±0,7
	Média	41,2±1,5	37,3±4,4	
Valores de P				
	G G	E M	GG x EM	CV(%)
Proteína bruta	<0,0001	<0,0001	<0,0001	1,4
Extrato etéreo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	1,8

¹Interação significativa entre os fatores ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas ou por maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). * Valores expressos com base na matéria seca.

Dentro do grupo estabilizado, a variação do consumo de energia praticamente não influenciou a resposta para a composição bromatológica da carcaça. Para a proteína bruta e extrato etéreo da carcaça, no grupo genético melhorado, o consumo de energia foi relacionado, inversamente, com o percentual de proteína e, positivamente, com o percentual de extrato etéreo das carcaças. Esses resultados corroboram os achados de JACKSON *et al.* (1982) para as variações da composição da carcaça em proteína e extrato etéreo, sob o efeito de diferentes níveis de energia das rações. Para o extrato etéreo da carcaça, os resultados estão de acordo com os obtidos por LEESON *et al.* (1996), que observaram que o baixo consumo de energia provocou redução de crescimento em frangos, associado a uma dramática redução da gordura na carcaça.

Gordura abdominal

As médias observadas e respectivos erros-padrão para a percentagem (%) de gordura abdominal, em relação ao peso vivo aos 21, 28, 35 e 42 dias, são relatados na Tabela 11. Para melhor visualização, os resultados são apresentados com os devidos desdobramentos das interações para todas as idades. As interações GG x EM aos 21, 28 e 42 dias não foram significativas ($p > 0,05$). Para o grupo genético estabilizado, foram observadas maiores ($p < 0,05$) percentagens de gordura abdominal nas idades de 21, 28 e 42 dias. Isso revelou que os frangos do grupo estabilizado depositaram mais gordura abdominal que frangos do grupo melhorado. Quanto aos níveis de energia das rações, aos 21 dias, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$). Esses resultados revelam que, até os 21 dias, o efeito do consumo de energia não alterou a deposição de gordura abdominal. No entanto, aos 28 dias de idade, observou-se aumento ($p < 0,05$) da gordura abdominal em aves com consumo intermediário de energia metabolizável (Ração contendo 3.200 kcal EM/kg), comparado com as rações com 2.950 e 3.450 kcal EM/kg. Já, aos 35 dias, foi observado para o grupo genético estabilizado maior ($p < 0,05$) percentagem de gordura abdominal para frangos com maior consumo de energia. No entanto, aos 42 dias, para a energia das rações, somente para o menor nível (2.950 kcal EM/kg) houve redução ($p < 0,05$) do rendimento de gordura abdominal. Os maiores consumos de energia promoveram aumento do rendimento de gordura abdominal. Esses resultados corroboram os achados de JACKSON *et al.* (1982), TRINDADE *et al.* (1982), BERTECHINI *et al.* (1991) e LEESON *et al.* (1996), que observaram que o aumento do nível energético da ração provocou elevação na deposição de gordura abdominal. TOUCHBURN *et al.* (1981) verificaram que, com o aumento da relação energia: proteína da ração, houve maior deposição de gordura abdominal em frangos de corte. Porém OLIVEIRA NETO *et al.* (1999) não observaram efeito significativo do nível de energia metabolizável da ração sobre o rendimento de gordura abdominal em frangos de corte.

Entretanto, para o grupo melhorado, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) para a percentagem de gordura abdominal, por influência de diferenças de consumo de energia metabolizável. Aos 42 dias, foi observada redução ($p < 0,05$) do percentual de

gordura abdominal para as aves com menor consumo de energia metabolizável (ração com 2.950 kcal EM/kg).

Tabela 11. Médias observadas e respectivos erros-padrão para o percentual de gordura abdominal, aos 21, 28, 35 e 42 dias de idade, por grupo genético (GG) e energia metabolizável da ração (EM).

GG	EM	21	28	35	42	Média
Estabilizado ¹	-	1,27 ±0,03 ^b	2,02 ±0,08 ^a	2,43 ±0,06	2,64 ±0,16 ^a	2,09 ±0,09 ^a
Melhorado ²	-	1,40 ±0,05 ^a	1,76 ±0,07 ^b	1,99 ±0,04	2,12 ±0,11 ^b	1,82 ±0,05 ^b
-	2.950 ¹	1,39 ±0,08 ^a	1,80 ±0,10 ^b	2,10 ±0,10	1,93 ±0,15 ^b	1,80 ±0,07 ^b
-	3.200 ²	1,30 ±0,04 ^a	2,09 ±0,09 ^a	2,14 ±0,06	2,56 ±0,20 ^a	2,02 ±0,10 ^a
-	3.450 ³	1,32 ±0,04 ^a	1,77 ±0,10 ^b	2,40 ±0,12	2,64 ±0,11 ^a	2,03 ±0,10 ^a
Estabilizado	1	1,26 ±0,05	1,84 ±0,13	2,35 ±0,03 ^b	2,14 ±0,27	1,90 ±0,13 ^b
	2	1,26 ±0,05	2,24 ±0,14	2,25 ±0,05 ^b	2,93 ±0,25	2,17 ±0,17 ^a
	3	1,30 ±0,07	1,97 ±0,13	2,71 ±0,06 ^a	2,85 ±0,17	2,21 ±0,17 ^a
Melhorado	1	1,52 ±0,13	1,76 ±0,17	1,86 ±0,07 ^a	1,71 ±0,08	1,71 ±0,06 ^a
	2	1,34 ±0,06	1,94 ±0,06	2,03 ±0,07 ^a	2,19 ±0,15	1,88 ±0,09 ^a
	3	1,34 ±0,05	1,57 ±0,03	2,09 ±0,05 ^a	2,44 ±0,07	1,86 ±0,11 ^a

Médias seguidas por letras distintas diferem ($p < 0,05$) pelo teste “*t*” de *Student*, protegido pela significância do teste “*F*” Global.

No entanto não foram verificadas diferenças ($p > 0,05$) para a percentagem de gordura abdominal em aves que consumiram ração com 3.200 e 3.450 kcal EM/kg, independentemente do grupo genético. Aves do grupo genético melhorado que consumiram ração de baixa energia (2.950 kcal EM/kg) tiveram redução drástica de deposição de gordura abdominal, como resposta à reduzida ingestão de energia.

Coefficiente “ β ” de alometria para a gordura abdominal

As estimativas do coeficiente “ β ” de alometria para a gordura abdominal envolvendo grupos genéticos e grupos de manejo, considerando os efeitos principais e suas interações, são relatados na Tabela 12. Todas as estimativas dos parâmetros “ β ” foram maiores ($p < 0,05$) que um, exceto para a utilização de ração de 2.900 kcal EM/kg no grupo genético melhorado, pois o valor do coeficiente de alometria não diferiu ($p > 0,05$) de um. Esse resultado indicou que o consumo reduzido de energia desse

grupo de aves está na margem abaixo das exigências para atendimento do metabolismo basal. Isso pode ser sustentado pelos resultados da avaliação dos intermediários metabólitos em que se observou elevação dos níveis plasmáticos de ácidos graxos livres (pela ocorrência de lipólise), redução dos níveis de glicose no plasma e baixos níveis de glicogênio e glicose hepática (Cap. 4, Tabelas 04 e 05). A baixa ingestão de energia resultou em diminuição do mecanismo de lipogênese no grupo genético melhorado, o que não foi verificado para o grupo estabilizado, indicando que as aves desse grupo necessitam de menos energia para o atendimento de suas exigências para manter o metabolismo basal.

Tabela 12. Estimativas das equações alométricas do tipo: $\log(\text{gordura}) = a + \beta [\log(\text{peso})]$, por grupo genético (GG) e energia metabolizável da ração (EM).

GG	EM	A*	β **	P	R ²	DP
Estabilizado	-	-8,7129	1,68772 ^a	<0,0001	0,955	0,150
Melhorado	-	-6,6157	1,35320 ^b	<0,0001	0,952	0,136
-	2.950 ¹	-5,6702	1,22977 ^b	0,0059	0,893	0,199
-	3.200 ²	-6,9992	1,42713 ^{ab}	<0,0001	0,910	0,208
-	3.450 ³	-7,3691	1,47751 ^a	<0,0001	0,920	0,205
	1	-7,7253	1,53767 ^a	0,0002	0,935	0,171
Estabilizado	2	-9,0085	1,73309 ^a	<0,0001	0,957	0,155
	3	-9,1998	1,76153 ^a	<0,0001	0,982	0,104
	1	-4,9698	1,12265 ^b	0,1627 ^{ns}	0,929	0,147
Melhorado	2	-6,9972	1,40903 ^a	<0,0001	0,971	0,112
	3	-7,8961	1,52739 ^a	<0,0001	0,989	0,074

* Todas as estimativas dos parâmetros “a” são significativamente diferentes de zero (teste “t” de Student ao nível de 5 % de probabilidade).

** Todas as estimativas dos parâmetros “ β ” são significativamente maiores que 1 (teste “t” de Student ao nível de 5 % de probabilidade), exceto ^{ns}.

Na coluna das estimativas de “ β ”, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos evidenciaram que o aumento da energia da ração possibilitou elevação do coeficiente de alometria para a gordura abdominal. Porém LECLERCQ (1984) verificou aumento do coeficiente alométrico com utilização de ração de menor energia (comparação de dois níveis de energia 3.000 kcal/kg vs 3.250 kcal/kg), para frangos de corte machos.

CONCLUSÕES

A redução do consumo de energia possibilita a produção de frangos de corte com menos gordura abdominal, menor percentual de gordura e elevada proteína na carcaça.

O consumo diferenciado de energia não interfere na produção de carne do peito de frangos aos 42 dias de idade.

Frangos com diferentes potenciais genéticos para crescimento têm respostas zootécnicas diferentes pelo efeito do consumo diferenciado de energia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), **Official Methods of Analysis of the Association of Official analytical Chemists**. 15ed., Washington, DC., 1990.

BARTOV, I.; BORNSTEIN, S.; LIPSTEIN, B. Effect of calory to protein ratio on the degree of fatness in broilers fed on pratical diets. **British Poultry Science**, v.15, p.107-117, 1974.

BERTECHINI, A.G.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. I. G. Efeitos da temperatura ambiente r nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, p.218-228, 1991.

FARRELL, D. J. Effects of dietary energy concentration on utilization of energy by broiler chickens and on body composition determined by carcass analysis and predicted using tritium. **British Poultry Science**, v.15, p.25-41, 1974.

FRAPS, G. S. Relation of protein, fat and energy of the ration to the composition of chickens. **Poultry Science**, v.22, p.421, 1943.

GRIFFITH, L.; LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Fat deposition in broilers: effect of dietary energy to protein balance and early life caloric restriction on production performance and abdominal fat pad size. **Poultry Science**, v.56, p.638-646, 1977.

GUILLAUME, J.; SUMMERS, J. D. Maintenance and energy requirements of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable energy. **Canadian Journal of Animal Science**, v.50, p.363-369, 1970.

JACKSON, S.; SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Effect of dietary protein and energy on broilers carcass composition and efficiency of nutrient utilization. **Poultry Science**, v.61, p.2224-2231, 1982.

LECLERCQ, B. Adipose tissue metabolism and its control in birds. **Poultry Science**, v.63, p.2044-2054, 1984.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v.75, p.529-535, 1996.

HOWLIDER, M. A. R.; ROSE, S. P. The response of growing male and female broiler chicken kept at different temperature to dietary energy concentration and feed form. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.71-78, 1992.

HOLSHEIMER, J. P.; VEERKAMP, C. H. Effect of dietary energy, protein, and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks. **Poultry Science**, v.71, p.872-879, 1992.

HUXLEY, J. S. Problems of relative growth. **Dial press**, New York, 1932.

HUXLEY, J. S.; TEISSIER, G. Terminology of relative growth. **Nature**, v.137, p.780-781, 1936.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Poultry**. 9ed. Washington: National Academy Press, 155p, 1994.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; VALERIO, S. R.; CARMO, H. M. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p.1054-1062, 1999.

RICHARDS, M. P. Genetic regulation of feed intake and energy balance in poultry. **Poultry Science**, v.82, p.907-916, 2003.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; RABELLO, C. B-V.; WATANABE, K.; PELICIA, K.; FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p.1758-1767, 2004.

SAS INSTITUTE (Cary, United States). **SAS® User's Guide**: Statistics. Cary, 2002.

TOUCHBURN, S.; SIMON, J.; LECLERCQ, B. Evidence of a glucose-insulin balance and effect of dietary protein and energy level in chickens selected for high abdominal fat content. **Journal of Nutrition**, v.111, p.325-335, 1981.

TRINDADE, D. S.; CAVALHEIRO, A. C. L.; OLIVEIRA, M. F. G. O.; OLIVEIRA, S. C. Efeito do nível de energia da dieta e do programa alimentar sobre o desempenho e composição química da carcaça de frangos de abate. **Anuário Técnico do IPZFO**, Porto alegre, v.9, p.21-37, 1982.

WALDROUP, P. W. Energy levels for broilers. In: World Conference on Soya Processing and utilization. **JAOCs**, Mar., p.309-313, 1981.

CAPÍTULO 4. EFEITO DA TEMPERATURA E DOS CONSUMOS DE RAÇÃO E ENERGIA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE ALGUNS COMPONENTES DO METABOLISMO INTERMEDIÁRIO EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO- Foram avaliados os efeitos da temperatura de criação, dos consumos de ração e de energia sobre as concentrações de alguns componentes do metabolismo intermediário no plasma e fígado de frangos com potencial genético de crescimento diferenciado, oriundos de dois experimentos. No primeiro experimento, 600 pintos, machos de corte, de um dia, foram alojados em esquema fatorial 2 x 3, correspondendo a dois grupos genéticos: PCLC da Embrapa Suínos e aves, sob acasalamento ao acaso, desde 1984, e outro comercial (ROSS 308). O outro fator, representado por três grupos de manejo (GM), diferenciados pela prática de fornecimento de ração e temperatura de criação, sendo dois com ração à vontade e submetidos a duas temperaturas distintas (uma termoneutra, 23RA, e outra de estresse por calor, 32RA), e um terceiro grupo utilizado como controle (23RR) com temperatura termoneutra e consumo de ração equivalente, em *pair-feed* diário com o grupo 32RA. No segundo experimento, 600 pintos, machos de corte, de um dia, foram alojados em esquema fatorial 2 x 3, correspondendo a dois grupos genéticos, os mesmos da descrição para o primeiro experimento e três níveis de energia da ração (2.950, 3.200 e 3.450 kcal/EM/kg). Os níveis de triglicerídeos plasmáticos foram reduzidos, enquanto os de ácidos graxos livres plasmáticos foram elevados, em função do baixo consumo de energia. As diferenças observadas nos níveis dos metabólitos avaliados permitem concluir que tanto a temperatura elevada quanto a restrição de ração provocam alterações significativas no direcionamento de nutrientes para o metabolismo relacionado à deposição de gordura. Frangos com diferentes potenciais para crescimento demonstram diferentes capacidades de controle do metabolismo, frente a diferentes desafios de manejo durante o período de criação.

Palavras-chave: ácidos graxos livres, glicogênio, glicose, metabólitos hepáticos e plasmáticos, triglicerídeos.

INTRODUÇÃO

Na alimentação de frangos de corte, a utilização de níveis crescentes de proteína e energia nas rações reflete sobre o crescimento e, conseqüentemente, sobre o metabolismo. Quando ocorre diminuição da ingestão de energia ou aumento da ingestão de proteína, os frangos têm menor deposição de gordura na carcaça (LEESON *et al.*, 1996). YEH & LEVEILLE (1969) verificaram que níveis de ácidos graxos livres no plasma decresceram, por causa do aumento da concentração de proteína da ração e foram positivamente relacionados com a taxa de lipogênese hepática.

Mudanças hormonais podem estimular o acúmulo de gordura com o aumento da lipogênese *de novo* no fígado, reduzindo a lipólise e aumentando o catabolismo de aminoácidos em frangos expostos ao estresse térmico crônico (GERAERT *et al.*, 1996). Esses autores verificaram que frangos em temperatura termoneutra e submetidos à restrição alimentar mostraram concentrações semelhantes de glicose e triacilglicerol plasmático, comparados com frangos alimentados à vontade. Frangos submetidos ao estresse térmico crônico exibiram maiores níveis de glicose plasmática e redução dos níveis de ácidos graxos e aminoácidos livres.

GRIFFIN *et al.* (1982) obtiveram correlações positivas de valores intermediários (+0,50; +0,37 e +0,39) em frangos de corte machos de três grupos genéticos diferentes, entre o total de triglicerídeos plasmáticos e gordura corporal. WHITEHEAD & GRIFFIN (1984) observaram, em frangos de corte, correlação positiva entre a concentração de triglicerídeos no plasma com o conteúdo de gordura corporal. LEENSTRA *et al.* (1991), avaliando os níveis plasmáticos de triglicerídeos, ácidos graxos livres e glicose em duas linhagens de frangos de corte, uma selecionada para ganho de peso e outra selecionada para conversão alimentar, observaram diferenças significativas para os níveis de triglicerídeos em frangos selecionados para ganho de peso. Para os níveis de glicose e ácidos graxos livres não foram observadas diferenças. Foi ainda verificada correlação positiva entre triglicerídeos plasmáticos e totais de gordura abdominal nos frangos de corte às seis semanas de idade.

A redução da síntese hepática de ácidos graxos, provocada pelo jejum ou por alimentação rica em gordura, é acompanhada e/ou provavelmente precedida pelo

aumento do nível plasmático de ácidos graxos livres. Nessas condições, ocorre aumento dos níveis hepáticos da acil-graxo CoA, enquanto são reduzidos os níveis da CoA livre. Os acil-CoA derivados das cadeias longas de ácidos graxos são capazes de inibir a atividade da acetil-CoA carboxilase, bem como o transporte de citrato (LEVEILLE *et al.*, 1975).

O glicerol 3-fosfato, o esqueleto orgânico para a síntese do triacilglicerol, é obtido pelo metabolismo glicolítico da glicose. O tecido adiposo é local de armazenamento de triacilgliceróis (esterificação dos ácidos graxos = lipogênese) e posterior hidrólise (lipólise), se necessário, por alguma condição metabólica emergencial. A lipogênese e lipólise ocorrem continuamente e são dependentes das taxas relativas de deposição ou mobilização do tecido. Os adipócitos das aves podem sintetizar ácido graxo *de novo*, mas é no fígado que ocorre de 90% a 95% da síntese de ácido graxo (O'HEA & LEVEILLE, 1969) a partir de Acetil-Co-A, que é o composto inicial para sua síntese e, quando ocorre no tecido adiposo, é proveniente da descarboxilação oxidativa do piruvato (produto final da oxidação da glicose). No fígado, o Acetil-Co-A também pode ser derivado da degradação dos ácidos graxos endógenos, exógenos ou do catabolismo de aminoácidos gliconeogênicos (alanina, treonina e arginina). O evento inicial da utilização da gordura armazenada como fonte de energia, no tecido adiposo, é a hidrólise do triacilglicerol pela lípase hormônio dependente. Quando o triacilglicerol se hidrolisa (lipólise), ácidos graxos e glicerol são liberados para a corrente sanguínea (MACARI *et al.*, 1994 e SCANES, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura de criação, do consumo de ração e de energia sobre os níveis de intermediários do metabolismo no plasma e fígado, em frangos com potencial de crescimento diferenciado.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras do material (sangue e fígado) para as avaliações dos níveis de intermediários do metabolismo e da atividade enzimática foram obtidas de frangos de dois experimentos realizados em câmaras climáticas do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Jaboticabal-SP.

No primeiro experimento, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 (6 tratamentos), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os fatores foram representados pela progênie de dois grupos genéticos (GG) com potencial de crescimento diferenciado, um estabilizado geneticamente, desde 1984 (PCLC), com acasalamento ao acaso, de propriedade da Embrapa Suínos e Aves, e outro melhorado (ROSS 308). E também representado por três grupos de manejo (GM), diferenciados pelo manejo no fornecimento de ração e temperatura de criação, sendo dois com ração à vontade e submetidos a duas temperaturas distintas (uma termoneutra, 23RA, e outra de estresse térmico, 32RA), e um terceiro grupo utilizado como controle (23RR) com temperatura termoneutra e consumo de ração equivalente em *pair-feed* diário com o grupo 32RA.

No segundo experimento, também foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 (6 tratamentos), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os fatores foram representados pela progênie de dois grupos genéticos (GG) com potencial de crescimento diferenciado (PCLC e ROSS 308) e por três rações, diferindo somente nos níveis de energia metabolizável (EM) por kg de ração (2.950, 3.200 e 3.450 kcal EM/kg). Para os tratamentos, dentro de cada grupo genético, foi estabelecido fornecimento de ração equivalente, em *pair feed* diário, ponderado pelo tratamento com o menor consumo de ração. Aos 42 dias de idade, após pesagem do grupo de aves de cada unidade experimental, foram separadas uma de cada repetição (a separação de cada ave obedeceu ao critério de variação de peso, considerando o peso médio ± 100 g, para todas as unidades experimentais). Após jejum hídrico e de ração de aproximadamente 5 a 6 horas, foi realizada a coleta de aproximadamente 3,0 mL de sangue de cada ave, mediante punção da veia axial. Esse sangue foi heparinizado e centrifugado a 3.000xg por 10

minutos, e o plasma cuidadosamente transferido para microtubos de centrífuga (eppendorf) e armazenado em freezer a -20°C . Os mesmos frangos, após a coleta de sangue, foram sacrificados por deslocamento cervical e retiradas amostras de fígado, perfazendo um total de quatro aves de cada tratamento. As amostras de tecido devidamente identificadas foram imediatamente criopreservadas em nitrogênio líquido e, posteriormente, transferidas para freezer a -80°C . As análises laboratoriais dos intermediários metabólicos do plasma e fígado, bem como da atividade das enzimas, foram realizadas no Laboratório de Bioquímica Adaptativa do Departamento de Genética e Evolução da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em São Carlos, SP.

Preparo dos homogeneizados celulares

As amostras de fígado foram colocadas sobre superfície em gelo e 50 a 100 mg de tecido de cada amostra foram pesados para as determinações das concentrações das enzimas de interesse. Mantida a proporção de 100 mg de tecido para 1,0 mL de tampão de homogeneização (fosfato de sódio 20 mM; ditioneitol 1 mM; glicerol 50 % ajustado para pH 7,0), os tecidos foram homogeneizados em homogeneizador mecânico tipo “Potter”, a 1.000xg por 1 minuto, com dois intervalos de 30 segundos, em banho de gelo. Após a homogeneização, os extratos foram centrifugados a 8.000xg a 4°C , por 5 minutos, e o sobrenadante foi utilizado como fonte de enzima.

Preparo dos extratos ácidos

As amostras de fígado coletadas foram colocadas sobre superfície em gelo e 50 a 100 mg de tecido de cada amostra foram pesados para as determinações das concentrações dos intermediários do metabolismo. Mantida a proporção de 100 mg de tecido/mL de ácido tricloroacético (TCA) 20%, as amostras foram homogeneizadas em homogeneizador mecânico tipo “Potter”, com dois intervalos de 30 segundos a 1.000xg em banho de gelo. Após a homogeneização, os extratos foram centrifugados a 3.000xg

em centrífuga clínica, e os sobrenadantes utilizados como extratos celulares nas determinações de intermediários metabólitos.

Preparo do plasma

Para a desproteinização do plasma sanguíneo, utilizou-se uma alíquota de 100 µl de plasma bruto, anteriormente preparado e armazenado em freezer a -20 °C, diluído em 1 mL de ácido tricloroacético (TCA) 20%. Após centrifugação a 3.000xg por 3 min em centrífuga clínica, foi separado o sobrenadante para as determinações dos intermediários metabólitos.

Preparo do plasma e homogenato do fígado para determinação de aminoácidos livres

Um volume de 100 µl de extrato hepático ou de plasma foram adicionados a 1,0 mL de solução de ninidrina 0,1% em propanol. Para a determinação dos volumes de plasma ou homogeneizado de tecido (hepático), utilizados em cada procedimento de análise, foram realizados ensaios de padronização para todos os intermediários e enzimas avaliadas.

INTERMEDIÁRIOS DO METABOLISMO

Todas as leituras realizadas para avaliação das concentrações dos metabólitos plasmáticos e hepáticos foram realizadas no equipamento espectrofotômetro Hach DR/2010.

Triglicerídeos plasmáticos

Os triglicerídeos foram estimados colorimetricamente, as leituras realizadas em 410 nm, por meio da transformação em glicerol por ação de lipoproteína lipase e subsequente transformação do glicerol em glicerolfosfato (CHERNECKY *et al.*, 1993). O

glicerolfosfato é oxidado a dihidroxiacetonafosfato e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O peróxido de hidrogênio produzido em quantidades equimolares, em presença de aminoantipirina e etilsulfopropil anisidina, resulta na formação de quinoneimina. Foi utilizado 125 μ l de plasma puro para a determinação desse intermediário.

Ácidos graxos livres plasmáticos

A determinação de ácidos graxos livres foi realizada de acordo com o método de NORVÁK (1965). Foi adicionado 1,0 mL de solução “Dole” (hepatano, álcool isopropílico e ácido sulfúrico na proporção de 1:4:0,1), a 50 μ l de amostra de plasma, e imediatamente agitada por 2 minutos. Posteriormente, foi adicionado 1,0 mL de heptano e 2,0 mL de água destilada e novamente agitada por inversão dos tubos. Retirou-se uma alíquota de 600 μ l de sobrenadante e adicionou-se uma mistura de clorofórmio e hepatano (5:1 v/v), e 1,0 mL do reagente de cobalto. O reagente de cobalto era constituído de 1,32 vol. de trietanolamina + 10 vol. de solução A (solução saturada de K_2SO_4 , 6 g $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, 0,8 mL de ácido acético glacial, preparada em banho-maria em água a 90-95°C) + 7 vol. de solução “B” (solução saturada de Na_2SO_4). Após a adição, a mistura foi agitada fortemente em Vortex, por 30 segundos, e centrifugada por 2 minutos (3.000xg) e, em seguida, foram retirados 600 μ l, aos quais foram adicionados 600 μ l de solução indicadora (0,4% de alfa-nitroso beta-naftol em etanol, diluído 12,5 vezes no momento do uso). Foi utilizada como padrão uma solução de ácido palmítico 4,0 mM. As absorbâncias foram realizadas em 500 nm.

Glicogênio hepático

A determinação de glicogênio foi realizada conforme técnica descrita por BIDINOTTO *et al.* (1998). As amostras de fígado foram pesadas e transferidas para tubos de ensaio na proporção de 50 a 100 mg de tecido para 1,0 mL de KOH 6,0N e incubadas por 3 a 5 minutos em banho-maria a 100°C. Após a completa dissolução do tecido, 200 μ l desse extrato foram transferidos para tubos de ensaio e adicionados 3,0 mL de etanol e 100 μ l de K_2SO_4 10%, seguidos de agitação vigorosa por 20 segundos em Vortex. Logo após, a amostra foi centrifugada a 1.000xg por 3 minutos. Posteriormente, o sobrenadante foi descartado por inversão dos tubos e o precipitado

ressuspendido em 2,5 mL de água destilada. Um volume de 200 µl dessa dissolução foi analisado quanto ao seu teor de açúcares redutores totais pelo método hidrolítico ácido de DUBOIS *et al.* (1960), e o conteúdo de glicogênio expresso em µmoles de glicosilglicose/mg de tecido. As leituras ópticas foram realizadas em 480 nm.

Aminoácidos plasmáticos e hepáticos livres

O teor de aminoácidos livres foi determinado no plasma bruto e nos extratos hepáticos neutros, segundo COPLEY (1941). Os tubos de reação com 30 µl de plasma ou 60 µl de extrato hepático e 2 mL de ninidrina foram colocados a uma temperatura de 45-50°C por 30 minutos. A concentração de aminoácidos livres foi estimada contra um padrão de ácido alfa-amino-acético 1mM. As leituras ópticas foram realizadas em 570 nm.

Glicose plasmática e hepática

Para as determinações de glicose foi utilizado o método de PARK & JOHNSON (1949). Essa determinação consistiu na incubação de 50 µl de plasma desproteínizado ou extrato hepático hidrolizado (20 µl e 50 µl, respectivamente, para o primeiro e segundo experimento) em meio contendo ferrocianeto de potássio, carbonato de sódio e sulfato férrico de amônio em solução ácida com duponol sódico. As leituras ópticas foram realizadas a 480 nm.

Piruvato plasmático e hepático

O piruvato foi estimado no plasma desproteínizado e nos extratos ácidos, segundo método de LU (1939). Um volume de 600 µl de plasma e 500 µl de extrato hepático foi adicionado a 250 µl de dinitrofenilhidrazina 0,1% em HCl 2,0 N. Após 30 minutos de repouso a 37°C, foi adicionado à mistura de reação 3,0 mL de NaOH 1,3 N. As leituras ópticas foram realizadas em 440 nm (equipamento). A concentração de piruvato foi determinada contra um padrão de piruvato 1 mM.

Lactato plasmático e hepático

O lactato foi estimado no plasma desproteínizado e nos extratos ácidos, segundo o método de HARROWER & BROWN (1972). Um volume de 40 µl de plasma e de 100 µl de extrato hepático foi colocado em tubo de ensaio e adicionado 80 µl de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 4%, 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado e 80 µl de solução de p-fenilfenol (1,5 g de p-fenilfenol em solução aquosa de NaOH 2 %), para cada amostra. Após 15 minutos em repouso, os tubos foram fervidos por 90 segundos, imediatamente resfriados em banho de gelo, e as leituras da absorbância foram realizadas em 570 nm. A concentração de lactato foi estimada contra um padrão de lactato 1 mM.

DETERMINAÇÕES ENZIMÁTICAS

Todas as leituras realizadas para avaliação da atividade das enzimas no tecido hepático foram realizadas no equipamento: espectrofotômetro UV/vis Beckman DU – 520.

O tampão de homogeneização utilizado nas determinações das atividades enzimáticas da Glutamato desidrogenase (GDH) e Alanina Amino Transferase (ALT) no tecido hepático tinha a seguinte composição: Tris-HCl, 50 mM, pH 7,5 , EDTA 4 mM, fluoreto de sódio 50 mM, sacarose 250 mM, PMSF 0,5 mM, DTT 1mM. Para as determinações dessas enzimas, as amostras foram colocadas em superfície gelada e pesadas em tubos de ensaio, 100mg de fígado congelado (na proporção de 1:10 peso:volume) imediatamente homogeneizados durante 30 segundos e centrifugados a 9.000 x g. As análises das enzimas do metabolismo intermediário foram realizadas a 30°C, com tempo de reação específico para cada enzima, utilizando-se uma alíquota apropriada de homogeneizado.

Alanina aminotransferase (ALT)

Como substrato de reação foi utilizada a seguinte mistura: alanina 400 mM, α -cetoglutarato 210 mM, piridoxal fosfato 0,25 mM e arseniato de sódio 20 mM. Após a adição de um volume adequado de extrato celular, a mistura foi incubada por 30

minutos a 25 °C, e a reação interrompida pela adição de dinitrofenilhidrazina (REITMAN & FRANKEL, 1957). O produto da reação (piruvato) foi determinado colorimetricamente pela reação com dinitrofenilhidrazina (LU, 1939) para α -cetoácidos. Utilizou-se como enzima um volume de 30 μ l de extrato hepático por um tempo de reação de 2 minutos e as leituras ópticas foram realizadas a 440 nm.

Glutamato desidrogenase (GDH)

A atividade enzimática GDH no fígado foi determinada, segundo HOCHACHKA *et al.* (1978). O princípio da reação baseia-se na redução de 2-cetoglutarato em glutamato acompanhado pela extinção em paralelo do NADH. O coquetel de reação continha: tampão imidazol-HCl pH 7,7- 50 mM, acetato de amônio 250 mM, NADH 0,1 mM, ADP 1 mM, NADP 0,5 mM, 2-cetoglutarato 5 mM. Utilizou-se um volume de 10 μ l de extrato hepático, como enzima, por um tempo de reação de 1 minuto; as leituras ópticas foram realizadas a 340 nm.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram realizadas análises exploratórias dos dados, para a normalidade dos erros estudantilizados (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (teste de Levene), por meio do programa Statistical Analysis System - **SAS**[®] (SAS Institute, 2002). Não se verificando violações dessas pressuposições do modelo ($p > 0,05$), os dados foram submetidos à análise de variância por meio do procedimento General Linear Model (PROC GLM) do **SAS**[®]. Em caso de diferença significativa para o experimento, envolvendo a avaliação dos efeitos da temperatura e do consumo de ração, as médias foram testadas por dois contrastes, a saber: 32RA vs 22RR para o efeito da temperatura e 22RA vs 22RR para avaliação das diferenças de consumo de ração. Para o experimento que envolveu o consumo de energia, as médias foram testadas utilizando-se o teste de Tukey a 5,0% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Metabólitos plasmáticos e hepáticos (GG vs GM)

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis plasmáticos de triglicerídeos (Tri), aminoácidos (AA) livres e glicose (Glu), em frangos aos 42 dias, por grupo de manejo e por grupo genético, são relatados na Tabela 01.

Para ambos os grupos genéticos foram observados elevação dos níveis de triglicerídeos plasmáticos por influência da temperatura de criação. Esses resultados corroboram os obtidos por GURSU *et al.* (2004), que também verificaram aumento dos níveis de triglicerídeos em aves submetidas a estresse pelo calor. Porém TESSERAUD & TEMIM (1999) verificaram que o aumento da deposição de gordura em temperatura elevada não se relacionou ao subsequente aumento da lipogênese hepática. O fluxo de secreção da lipoproteína (VLDL) ou de triglicerídeos, que representam a capacidade de produção de lipídeos pelo fígado e exportação para outros tecidos, não sofreu aumento.

Para as aves do grupo estabilizado, o consumo de ração à vontade possibilitou redução de triglicerídeos, no entanto, para as aves do grupo melhorado, houve aumento desses níveis. GERAERT *et al.* (1996) não verificaram variações significativas dos níveis de triacilglicerídeos plasmáticos em frangos, em jejum, criados em temperatura de estresse crônico, quando submetidos à restrição alimentar. Tanto o consumo de ração como a temperatura influenciaram os aminoácidos livres, promovendo o aumento dos níveis nas aves do grupo estabilizado. Já, para o grupo melhorado, o maior consumo de ração reduziu ($p < 0,0001$) os aminoácidos livres. Com relação à glicose plasmática não foram evidenciadas diferenças em suas concentrações, por causa do consumo de ração ($p = 0,0597$) ou da temperatura ($p = 0,7556$) no grupo genético estabilizado. Nas aves do grupo genético melhorado, foi verificado efeito significativo ($p = 0,0018$ e $p = 0,0003$, respectivamente), ocorrendo redução dos níveis tanto por efeito do consumo como da temperatura. Esses resultados corroboram os achados de GERAERT *et al.* (1996), ao verificarem redução nos níveis de glicose plasmática em frangos submetidos a jejum, com consumo à vontade, tanto aqueles criados em temperatura termoneutra como os criados em temperatura de estresse térmico, comparados com os em restrição alimentar.

Tabela 01. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis plasmáticos de triglicerídeos (mg/dL), aminoácidos livres ($\mu\text{mol/mL}$) e glicose ($\mu\text{mol/mL}$) em frangos, aos 42 dias de idade, por grupo de manejo (GM) e grupo genético (GG).

Variáveis	G M	G G		Média	
		Estabilizado	Melhorado		
Triglicerídeos	23RA	83,46 \pm 2,4	159,45 \pm 20,0	121,46 \pm 42,7	
	32RA	169,15 \pm 8,9	269,91 \pm 11,4	219,53 \pm 54,7	
	23RR	117,33 \pm 9,7	91,87 \pm 3,5	104,60 \pm 15,2	
	Média	123,31 \pm 37,5	173,74 \pm 77,6	CV(%)=7,4	
Aminoácidos Livres	23RA	2,23 \pm 0,15	1,75 \pm 0,07	1,99 \pm 0,3	
	32RA	2,17 \pm 0,18	2,60 \pm 0,14	2,39 \pm 0,3	
	23RR	1,72 \pm 0,10	2,42 \pm 0,15	2,07 \pm 0,4	
	Média	2,04 \pm 0,3	2,26 \pm 0,4	CV(%)=6,3	
Glicose	23RA	27,49 \pm 2,3	27,32 \pm 2,9	27,40 \pm 2,4	
	32RA	34,08 \pm 8,8	24,82 \pm 1,1	29,45 \pm 7,6	
	23RR	33,18 \pm 0,9	37,68 \pm 1,9	35,43 \pm 2,8	
	Média	31,58 \pm 5,7	29,94 \pm 6,1	CV(%)=13,0	
Valores de P					
	23RAvs23RR	32RAvs23RR	G G	G M	GG x GM
Triglicerídeos	0,0004 ¹	<0,0001 ¹			
	<0,0001 ²	<0,0001 ²	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Aminoácidos Livres	<0,0001 ¹	0,0002 ¹			
	<0,0001 ²	0,0769 ²	0,0009	<0,0001	<0,0001
Glicose	0,0597 ¹	0,7556 ¹			
	0,0018 ²	0,0003 ²	0,3269	0,0023	0,0095

^{1, 2} Referem-se aos contrastes para avaliação dos efeitos do consumo de ração e temperatura, para os grupos genéticos estabilizado e melhorado, respectivamente.

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis de ácidos graxos livres plasmáticos (Agl) em frangos, aos 42 dias, por grupo genético e grupo de manejo, são verificados na Tabela 02. Observou-se redução ($P < 0,0001$) nos níveis de Agl para o grupo melhorado em comparação com o grupo estabilizado. Aves alimentadas à vontade e mantidas em temperatura termoneutra apresentaram maiores ($p = 0,037$) níveis de Agl do que as que foram submetidas à restrição alimentar. Com relação ao efeito da temperatura, observou-se redução ($P < 0,0001$) dos níveis de ácidos graxos livres para as aves mantidas em temperatura elevada. O aumento dos níveis plasmáticos de ácidos graxos livres em aves alimentadas à vontade, possivelmente, ocorreu por efeito do jejum imposto. As aves alimentadas à vontade e em temperatura termoneutra (23RA) esgotaram rapidamente seus estoques de glicogênio hepático (reserva prontamente utilizável) e iniciaram o processo de lipólise. GERAERT *et al.*

(1996) também verificaram redução nos níveis de ácidos graxos livres em frangos às seis semanas, em jejum, e criados em temperatura elevada (32°C).

Tabela 02. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis de ácidos graxos livres plasmático (Agl - $\mu\text{mol/mL}$) em frangos, aos 42 dias de idade, por grupo genético (GG) e grupo de manejo (GM).

Variável	G G		23RA	G M		
	Estabilizado	Melhorado		32RA	23RR	
Agl	0,65±0,14	0,45±0,17	0,70±0,14	0,38±0,15	0,58±0,1	
Valores de P						
	23RA vs 23RR	32RA vs 23RR	G G	G M	GG x GM	CV(%)
	0,0037	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,1668	12,9

^{1, 2} Referem-se aos contrastes para avaliação dos efeitos do consumo de ração e temperatura, para os grupos genéticos estabilizado e melhorado, respectivamente.

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis de glicogênio (Gli), glicose (Glu) e aminoácidos (AA) livres hepático em frangos, aos 42 dias, por grupo de manejo e grupo genético, são mostrados na Tabela 03. As aves alimentadas à vontade, tanto as criadas em temperatura termoneutra quanto as criadas em temperatura de estresse crônico, independentemente do grupo genético, tiveram diminuição ($p < 0,0001$) dos níveis de glicogênio hepático. A redução foi drástica, em ambos os grupos genéticos, para as aves alimentadas à vontade e criadas em temperatura termoneutra. As aves do grupo 23RR, que foram submetidas à restrição de ração, durante todo o período de criação, mantiveram altos níveis de glicogênio hepático no momento do abate. LANA *et al.* (2000) não verificaram efeito da temperatura sobre os níveis de glicogênio hepático em frangos de corte. Para a glicose hepática, as aves alimentadas à vontade e criadas em temperatura termoneutra tiveram o nível reduzido ($p < 0,0001$) independentemente do grupo genético. No grupo genético estabilizado não houve influência ($p = 0,9160$) da temperatura sobre o nível de glicose hepática. No entanto, para o grupo genético melhorado, a temperatura elevada proporcionou redução ($p < 0,0001$) dos níveis de glicose. Aves do grupo genético estabilizado, alimentadas à vontade e criadas em temperatura termoneutra tiveram os níveis reduzidos de AA livres no fígado, comparadas àquelas em restrição. Nesse grupo, não foi verificado efeito da temperatura sobre os níveis de AA livres no fígado. Para o grupo genético melhorado, os níveis de AA livres no fígado não sofreram

influências ($p=0,5742$) do consumo, no entanto foi observada redução ($p=0,0218$) nos níveis em frangos criados em temperatura elevada.

Tabela 03. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis hepático ($\mu\text{mol/g}$ tecido) de glicogênio, glicose e aminoácidos livres em frangos, aos 42 dias de idade, por grupo de manejo (GM) e grupo genético (GG).

Variáveis	G M	G G		Média	
		Estabilizado	Melhorado		
Glicogênio	23RA	33,44±1,6	46,42±2,8	39,93±7,3	
	32RA	53,50±1,4	117,15±5,4	85,32±34,2	
	23RR	76,19±2,6	202,92±6,6	139,55±67,9	
	Média	54,37±18,3	122,16±67,0	CV(%)=4,4	
Glicose	23RA	4,50±0,3	12,51±0,6	8,51±4,3	
	32RA	17,83±0,5	19,56±1,0	18,69±1,2	
	23RR	17,75±1,4	35,87±1,7	26,81±9,8	
	Média	13,36±6,6	22,65±10,3	CV(%)=5,9	
Aminoácidos Livres	23RA	22,62±1,3	27,52±1,4	25,07±2,9	
	32RA	30,40±1,0	25,87±1,4	28,13±2,7	
	23RR	28,85±0,9	28,01±1,3	28,43±1,1	
	Média	27,29±3,6	27,13±1,6	CV(%)=4,4	
Valores de P					
	23RAvs23RR	32RAvs23RR	G G	G M	GG x GM
Glicogênio	<0,0001 ¹	<0,0001 ¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	<0,0001 ²	<0,0001 ²			
Glicose	<0,0001 ¹	0,9160 ¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	<0,0001 ²	<0,0001 ²			
Aminoácidos Livres	<0,0001 ¹	0,0865 ¹	0,7588	<0,0001	<0,0001
	0,5742 ²	0,0218 ²			

^{1, 2} Referem-se aos contrastes para avaliação dos efeitos do consumo de ração e temperatura, para os grupos genéticos estabilizado e melhorado, respectivamente.

Mapas metabólicos (GG vs GM)

As Figuras 01 e 02 mostram, em forma diagramática, alguns intermediários do metabolismo plasmático e hepático para o experimento, envolvendo grupos genéticos e grupos de manejo. O tamanho da letra em cada casela para um metabólito específico indica sua concentração, e as setas direcionam a preferência ou destino metabólito, em função da concentração e das viabilidades metabólicas.

Conforme a Figura 01, verificaram-se diferenças para preferência ou destino dos intermediários do metabolismo para aves de grupos genéticos, criadas em temperatura elevada. As aves do grupo genético estabilizado tiveram os níveis de triglicerídeos (Tri)

reduzidos pelo aumento dos níveis de AGL plasmáticos, enquanto as aves do grupo genético melhorado e criadas em temperatura elevada tiveram os níveis de Tri elevados pela redução dos níveis de ácidos graxos livres (Agl).

Em temperatura elevada, para aves melhoradas, houve elevação dos níveis de Tri em decorrência da redução dos níveis de Agl, caracterizando ocorrência de intensa lipogênese. Para aves do grupo estabilizado, foi verificada uma rota contrária, mas com reduzida lipólise. Em ambos os grupos genéticos e em temperatura termoneutra e, mais pronunciadamente, em aves em restrição, ocorreu lipólise acentuada.

Frangos do grupo genético melhorado que receberam ração *ad libitum* e criados em temperatura termoneutra, mantiveram menos reservas de glicogênio (Gli) e Tri que os frangos submetidos ao estresse térmico. Resultados semelhantes ocorreram também com os frangos submetidos à restrição alimentar. Os frangos estabilizados com alimentação à vontade tiveram respostas semelhantes em ambas as temperaturas, porém quando submetidos à temperatura elevada, parece haver maior proteólise (metabolismo mais intenso). Os frangos estabilizados pareceram sofrer menos os efeitos do estresse térmico, visto pela resposta metabólica que implicou em menores níveis de Gli e Tri.

Frangos do grupo genético melhorado, criados em temperatura termoneutra e em *pair-feed*, comparados com aqueles criados em temperatura elevada, tiveram um acúmulo considerável de glicogênio por causa da neoglicogênese hepática a partir de aminoácidos (proteólise branda). Houve ainda degradação de Tri (lipólise) para ambos os grupos genéticos nos grupos de manejo 23RA e 23RR. Frangos do grupo genético estabilizado não mostraram acúmulo de Gli, ao contrário, fizeram glicogenólise com aumento do metabolismo protéico (proteólise) e neoglicogênese a partir de lactato e/ou proteína.

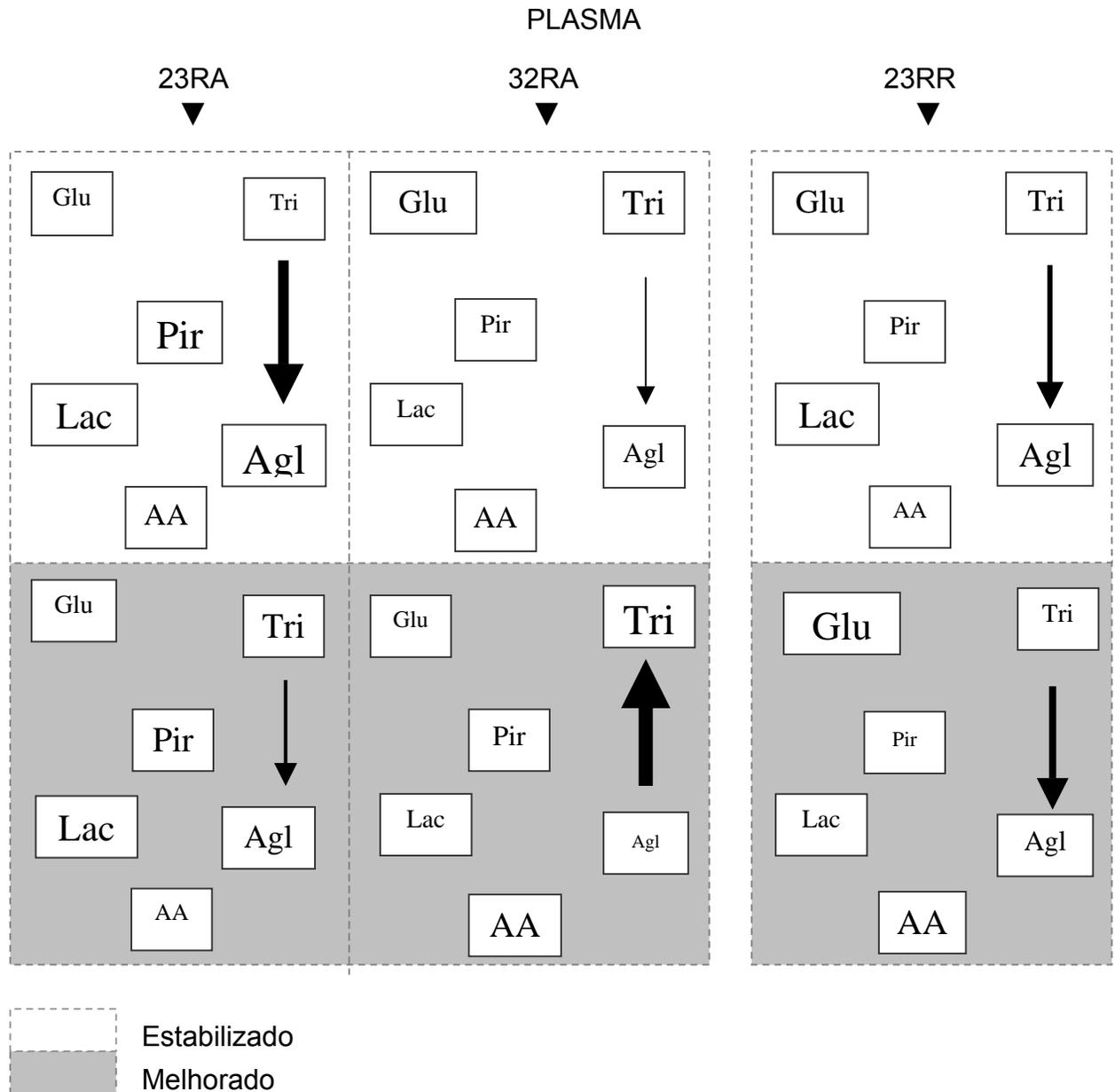


Figura 01. Representação esquemática dos intermediários plasmáticos: glicose (Glu), triglicérides (Tri), ácidos graxos livres (Agl), piruvato (Pir), lactato (Lac) e aminoácidos livres (AA), avaliados em dois grupos genéticos distintos de frangos de corte (estabilizado e melhorado), aos 42 dias de idade, e em três condições distintas de manejo alimentar: 23RA= frangos criados em temperatura termoneutra e com ração à vontade; 32RA= frangos criados em temperatura de 32 °C (caracterizando estresse crônico por temperatura), durante toda a vida das aves e com ração à vontade; 23RR= frangos criados em temperatura termoneutra com ração em *pair-feed* com o grupo 32RA (caracterizado como grupo de restrição alimentar).

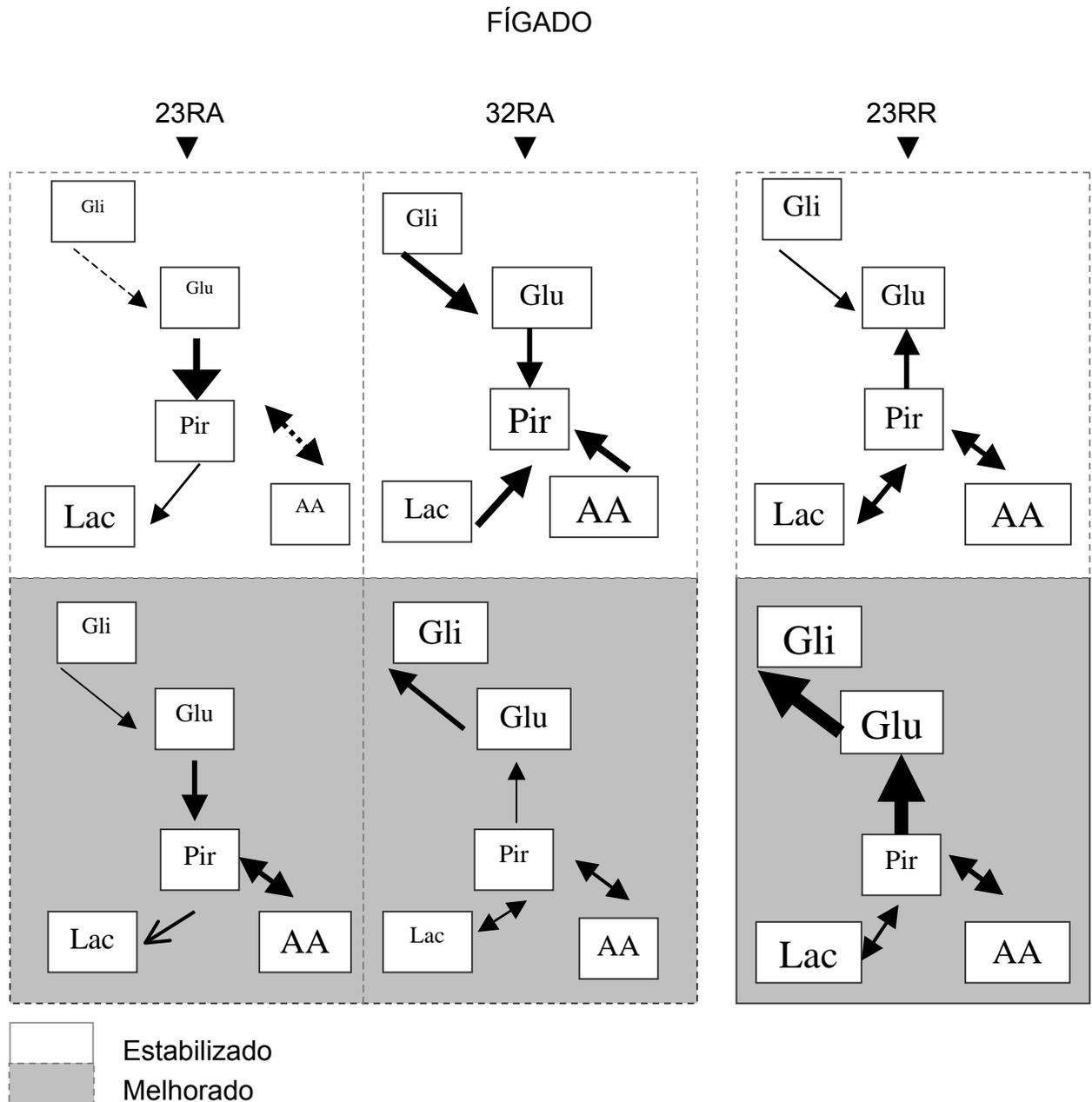


Figura 02. Representação esquemática dos intermediários hepáticos: glicogênio (GLI), glicose (Glu), piruvato (Pir), lactato (Lac) e aminoácidos livres (AA), avaliados em dois grupos genéticos distintos de frangos de corte (estabilizado e melhorado), aos 42 dias de idade, e em três condições distintas de manejo alimentar: 23RA= frangos criados em temperatura termoneutra e com ração à vontade; 32RA= frangos criados em temperatura de 32°C (caracterizando estresse crônico por temperatura), durante toda a vida das aves e com ração à vontade; 23RR= frangos criados em temperatura termoneutra com ração em pair-feed com o grupo 32RA (caracterizado como grupo de restrição alimentar).

Atividade enzimática (GG vs GM)

Nas Figuras 03 e 04, estão representadas, graficamente, por grupo genético e grupo de manejo, as médias dos níveis hepáticos das enzimas alanina aminotransferase (ALT) e glutamato desidrogenase (GDH), respectivamente.

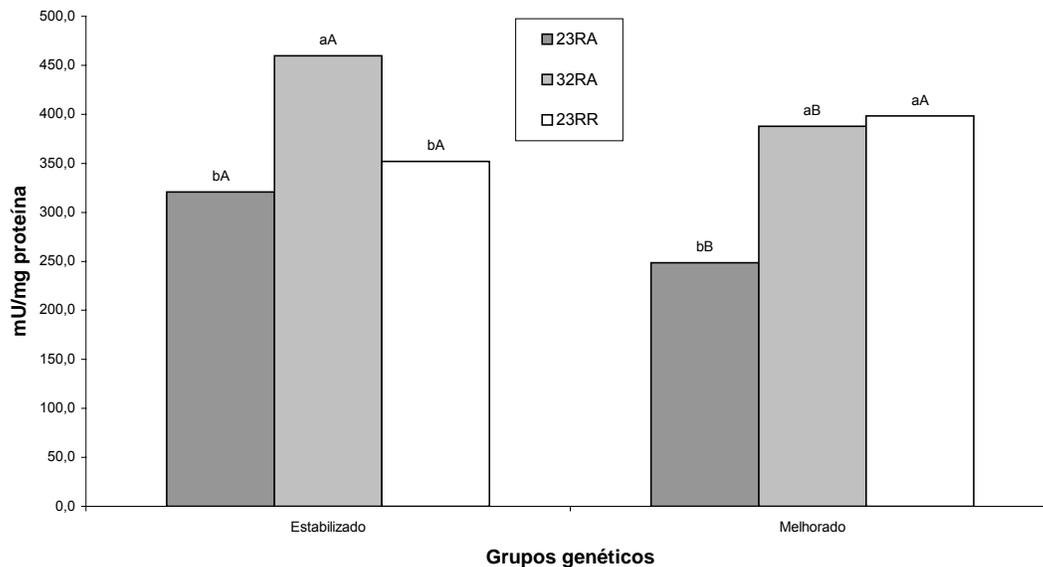


Figura 03. Atividade enzimática da alanina aminotransferase no fígado de frangos aos 42 dias.

* Letras minúsculas e maiúsculas no topo das barras demonstram, respectivamente, diferença ($p < 0,05$) dentro e entre grupos genéticos.

Pode-se observar, pela Figura 03, que a atividade da ALT, referida pelos seus níveis hepáticos, foi reduzida por efeito do consumo de ração em ambos os grupos genéticos. Para o efeito da temperatura, foi observado aumento ($P < 0,0001$) dos níveis, no grupo estabilizado, enquanto para o grupo melhorado, não foi observado efeito. GURSU *et al.* (2004) também não verificaram aumento da atividade da ALT plasmática, em codornas japonesas, pelo efeito da temperatura de criação. Os níveis hepáticos da glutamato desidrogenase (Figura 04) foram aumentados em ambos os grupos genéticos por efeito da temperatura de criação das aves e intensamente reduzidos no grupo melhorado, que sofreu restrição alimentar.

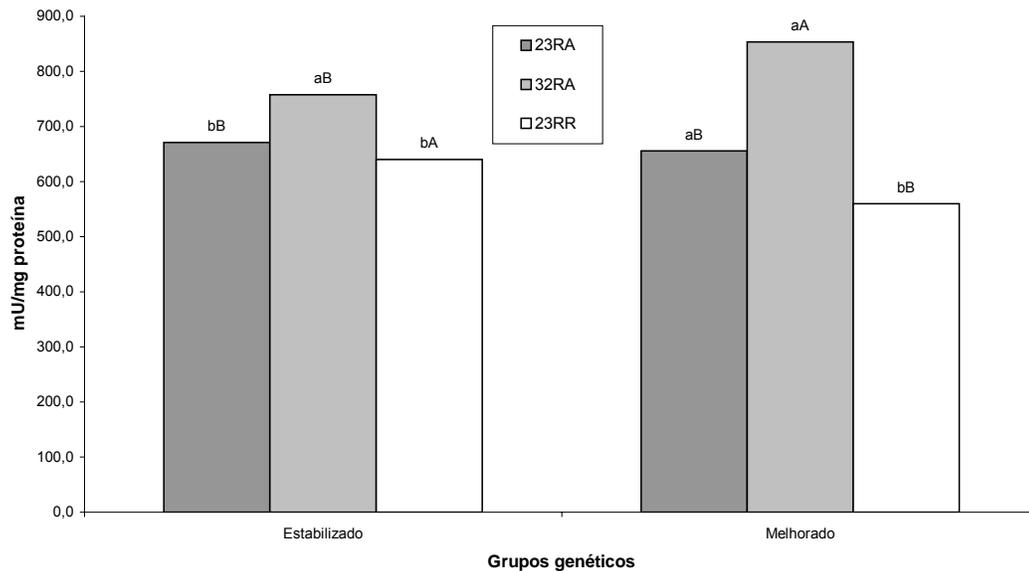


Figura 04. Atividade enzimática do glutamato desidrogenase no fígado de frangos aos 42 dias.

* Letras minúsculas e maiúsculas no topo das barras demonstram, respectivamente, diferença ($p < 0,05$) dentro e entre grupos genéticos.

Metabólitos plasmáticos e hepáticos (GG vs EM)

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis plasmáticos de triglicerídeos, ácidos graxos livres e glicose dos frangos, aos 42 dias, por energia metabolizável da ração e por grupo genético, são relatados na Tabela 04. O consumo de energia diferenciado não proporcionou alteração no nível de triglicerídeos plasmáticos das aves do grupo estabilizado. Porém, no grupo melhorado, a elevação do consumo de energia reduziu ($p < 0,05$) os níveis de triglicerídeos. As aves que consumiram mais energia depositaram mais gordura abdominal e tiveram mais gordura na carcaça. Para ácidos graxos livres, o menor consumo de energia está associado aos maiores níveis desse metabólito. As aves com menor consumo de energia tiveram menos gordura na carcaça e menos gordura abdominal, indicando ocorrência de intensa lipólise do tecido adiposo, associado ao aumento de ácidos graxos livres plasmáticos. Os níveis de glicose plasmática foram diretamente associados ao consumo de energia metabolizável. Porém TOUCHBURN *et al.* (1981) não verificaram

variações nos níveis de glicose plasmática em frangos por influência da energia da ração.

Tabela 04. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis plasmáticos de triglicerídeos (mg/dl), ácidos graxos livres ($\mu\text{mol/ml}$) e glicose ($\mu\text{mol/ml}$) em frangos, aos 42 dias de idade, por energia metabolizável da ração (EM) e grupo genético (GG).

Variáveis	E M (kcal kg)	G G		Média
		Estabilizado	Melhorado	
Triglicerídeos ¹	2.950	223,9±10,5 ^{aA}	244,7±3,0 ^{aA}	234,3±13,2
	3.200	248,1±13,6 ^{aA}	254,4±9,6 ^{aA}	251,3±11,4
	3.450	244,9±9,4 ^{aA}	199,2±17,1 ^{bB}	222,1±27,6
	Média	239,0±15,2	232,8±27,2	
Ácidos Graxos Livres ¹	2.950	0,95±0,04 ^{aB}	1,35±0,02 ^{aA}	1,15±0,2
	3.200	0,91±0,07 ^{abA}	0,84±0,02 ^{cA}	0,87±0,1
	3.450	0,85±0,01 ^{bB}	0,99±0,03 ^{bA}	0,92±0,1
	Média	0,90±0,1	1,06±0,2	
Glicose ¹	2.950	29,39±0,48 ^{abA}	21,76±1,04 ^{cB}	25,58±4,2
	3.200	27,13±1,95 ^{bA}	24,95±0,83 ^{bA}	26,04±1,8
	3.450	30,18±1,38 ^{aA}	29,45±1,53 ^{aA}	29,81±1,4
	Média	28,90±1,9	25,39±3,5	
Valores de P				
	G G	E M	GG x EM	CV(%)
Triglicerídeos	0,1989	0,0003	<0,0001	4,82
Ácidos Graxos Livres	<0,0001	<0,0001	<0,0001	3,62
Glicose	<0,0001	<0,0001	<0,0001	4,77

¹Interação significativa entre os fatores ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e por maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis hepáticos de glicogênio, glicose e aminoácidos livres em frangos, aos 42 dias, estão especificados na Tabela 05. No grupo genético estabilizado, as variações nos níveis de glicogênio hepático demonstraram pouco controle das aves sobre esse metabólito por interferência do consumo de energia. Para o grupo melhorado, as aves com menor consumo de energia tiveram níveis de glicogênio reduzidos significativamente. Para os níveis de glicose hepática, os dois grupos genéticos tiveram respostas antagônicas. Enquanto no grupo estabilizado o maior consumo de energia metabolizável interferiu na diminuição dos níveis da glicose hepática, no grupo melhorado, o menor consumo de energia interferiu na redução dos níveis desse metabólito. O consumo de energia não interferiu nos níveis de aminoácidos livres do fígado de frangos do grupo estabilizado.

Para o grupo melhorado, o consumo de energia teve uma relação inversa com os níveis de aminoácidos livres, ou seja, com o aumento do consumo de energia, foram reduzidos os níveis de aminoácidos livres no fígado. Isso está coerente, pois como os frangos com o menor consumo de energia tiveram desempenho pior, ou seja, crescimento reduzido, parece ter havido gliconeogênese nesse grupo de frangos, que é a utilização da proteína muscular pelo fígado, com subsequente desaminação de aminoácidos para a produção da energia necessária aos processos metabólicos.

Tabela 05. Médias observadas e respectivos erros-padrão para os níveis de Intermediários hepático ($\mu\text{mol/g}$ tecido) de glicogênio, glicose e aminoácidos livres em frangos, aos 42 dias de idade, por energia metabolizável da ração (EM) e grupo genético (GG).

Variáveis	E M (kcal kg)	G G		Média
		Estabilizado	Melhorado	
Glicogênio ¹	2.950	35,80±1,5 ^{aA}	25,42±1,8 ^{bB}	30,61±5,8
	3.200	19,81±0,8 ^{cB}	32,05±1,8 ^{aA}	25,93±6,7
	3.450	27,29±1,3 ^{bB}	32,00±1,5 ^{aA}	29,64±2,8
	Média	27,63±6,9	29,82±3,6	
Glicose ¹	2.950	7,38±0,6 ^{aA}	3,02±0,2 ^{bB}	5,20±2,4
	3.200	7,63±0,5 ^{aA}	4,02±0,2 ^{aB}	5,82±2,0
	3.450	5,01±0,3 ^{bA}	3,91±0,3 ^{aB}	4,46±0,6
	Média	6,67±1,3	3,65±0,5	
Aminoácidos Livres ¹	2.950	26,26±2,5 ^{aB}	33,41±1,3 ^{aA}	29,84±4,2
	3.200	25,87±2,8 ^{aA}	22,85±2,7 ^{bA}	24,36±3,0
	3.450	24,57±2,1 ^{aA}	12,43±1,1 ^{cB}	18,50±6,7
	Média	25,56±2,4	22,90±9,1	
Valores de P				
	G G	E M	GG x EM	CV(%)
Glicogênio	0,0019	<0,0001	<0,0001	5,14
Glicose	<0,0001	<0,0001	<0,0001	7,42
Aminoácidos Livres	0,0080	<0,0001	<0,0001	9,04

EM= Níveis de energia metabolizável das rações (kcal/kg); GG= Grupos genéticos;

¹Interação significativa entre os fatores ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e por maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Mapas metabólitos (GG vs EM)

As Figuras 05 e 06 mostram, em forma diagramática, os metabólitos plasmáticos e hepáticos para o experimento, envolvendo grupos genéticos e consumo de energia metabolizável. O tamanho da letra em cada casela para um intermediário específico indica sua concentração, e as setas direcionam a preferência ou destino metabólito, em função da concentração e das viabilidades metabólicas.

Importantes diferenças foram verificadas na rota metabólica, em consequência do consumo diferenciado de energia metabolizável entre os dois grupos genéticos. O baixo consumo de energia teve o mesmo efeito metabólito para ambos os grupos, ou seja, redução da deposição de gordura, verificada pela elevação dos níveis de Agl plasmáticos e sugestão de lipólise no tecido adiposo pela rota metabólica. Para o consumo intermediário de energia, o grupo genético melhorado respondeu elevando os níveis de Tri plasmáticos com consequente redução dos níveis de Agl. Esses resultados indicam elevação da deposição de gordura, ou seja, elevação da lipogênese. Parece que, para o grupo genético estabilizado, o consumo intermediário de energia não teve efeito significativo para alterar a rota metabólica.

Mas um fato interessante foi a observação da resposta antagônica apresentada pelas aves dos dois grupos genéticos, quando avaliado o elevado consumo de energia (utilização de ração com 3.450 kcal EM/kg). As aves do grupo genético estabilizado aumentaram a deposição de gordura fazendo lipogênese, verificada pela redução dos níveis plasmáticos de Agl, enquanto as aves do grupo melhorado reduziram a deposição de gordura, por meio da lipólise, verificada pelo aumento dos níveis de Agl plasmático.

Não foram observadas mudanças significativas no perfil ou rota metabólica de intermediários hepáticos por causa da ingestão diferenciada de energia. Vale ressaltar a elevação dos níveis de glicose hepática para as aves do grupo genético estabilizado comparado com àquelas do grupo melhorado. Os níveis de glicogênio hepático sofreram elevação em virtude da redução do consumo de energia (ração com 2.950 kcal EM/kg) nas aves do grupo genético estabilizado, enquanto foi observado efeito contrário, ou seja, redução dos níveis de glicogênio hepático, para as aves do grupo genético melhorado. Os níveis de aminoácidos livres hepáticos foram inversamente relacionados aos níveis de energia das rações no grupo genético melhorado. Para o

grupo genético estabilizado não foram verificadas variações nesses níveis por influência do consumo diferenciado de energia.

Pode-se estabelecer algumas considerações para o metabolismo dos frangos estabilizados, quando se observa o nível de metabólitos plasmáticos. Essas aves mobilizaram gordura nos estados de mais baixo consumo de energia, verificado pelo aumento dos níveis de ácidos graxos livres, com utilização de rações com 2.950 e 3.200 kcal EM/kg comparado com o nível de 3.450 kcal EM/kg. Essas aves com maior consumo de energia (ração com 3.450 kcal EM/kg) parecem fazer, preferencialmente, lipogênese, por isso elas teriam maior adiposidade. Os animais alimentados com ração de alta energia, provavelmente, aumentam a preferência fermentativa (aumento de lactato).

Foi observado hiperglicemia em frangos que consumiram, a princípio ração com alta energia. Isso pode estar relacionado ao sedentarismo (pouca movimentação) por causa do consumo excessivo de energia e conseqüente excesso de gordura dos frangos. A hiperlipidemia (aumento de Agl), observada com utilização de ração com baixa energia, foi, provavelmente, devida à deficiência calórica, ocorrendo a lipólise.

Para o metabolismo no fígado dos frangos estabilizados pode-se considerar, que essas aves mobilizaram aminoácidos em duas prováveis situações: 1) em baixa energia como provável fonte calórica (situação indesejável); 2) em alta energia por provável excesso de consumo de energia. Os animais com consumo de ração com baixa energia (hipocalóricos) são neoglicogênicos, pois se estabeleceu a seqüência preferencial como: (lactato → piruvato → glicose → glicogênio). Não parece haver relação direta entre os teores de lactato plasmático e hepático. Isso é sugestivo de que as trocas entre fígado e músculo (não observadas), provavelmente, foram devidas mais à alanina do que ao lactato.

Para os animais melhorados, os resultados das concentrações dos metabólitos plasmáticos parecem indicar que essas aves são mais ajustadas para uma situação nutricional específica. Foi observado que variações de consumo de energia para mais ou para menos (consumo de rações com extremos de concentração de energia 2.950 ou 3.450 kcal EM/kg), para ambos os casos, ocorreu desbalanceamento do metabolismo de gordura (lipólise). Para as aves que consumiram ração com baixo nível de energia, a lipólise parece ser mais intensa, indicando deficiência energética para os processos metabólitos preferenciais para o ganho de peso.

A hiperaminoacidemia, observada pela utilização de ração com alta energia, não é desejável. Isso pode ser um dos fatores responsáveis pela hiperglicemia, observada no fígado, para a provável rota metabólica (AA → Piruvato → Glu → Gli). Esses animais pareceram estar em estado de neoglicogênese.

A lactemia, ligeiramente aumentada em frangos que consumiram ração com baixa energia (hipocalóricos), provavelmente, é devida a um estresse alimentar, a hiperlactemia, que é um dos indicadores clássicos de estresse.

A hipoaminoacidemia, observada nos frangos com consumo de ração com baixa energia, foi, provavelmente, causada pela maior demanda de nitrogênio dos animais melhorados, sentida pelo possível desajuste da relação energia:proteína (aparentemente esses animais apresentam um ajuste metabólico fino, sendo muito especializados e bastante sensíveis a variações).

Com relação à avaliação dos metabólitos do fígado (no grupo genético melhorado), observou-se que tanto os frangos que consumiram ração com 3.200 kcal EM/kg quanto os que consumiram ração com 3.450 kcal EM/kg, parecem ter reservas de glicogênio suficientes para manter níveis mais altos de glicose hepática e conseqüente glicose plasmática. A melhor utilização da proteína da ração, provocada pelo consumo de ração hipercalórica, foi verificada pela maior disponibilidade de aminoácidos que, provavelmente, foram convertidos em glicose no fígado e, posteriormente, armazenados como glicogênio. O fígado dos animais morno (que consumiram ração com 3.200 kcal EM/kg) e hiper calóricos parecem ser neoglicogênicos.

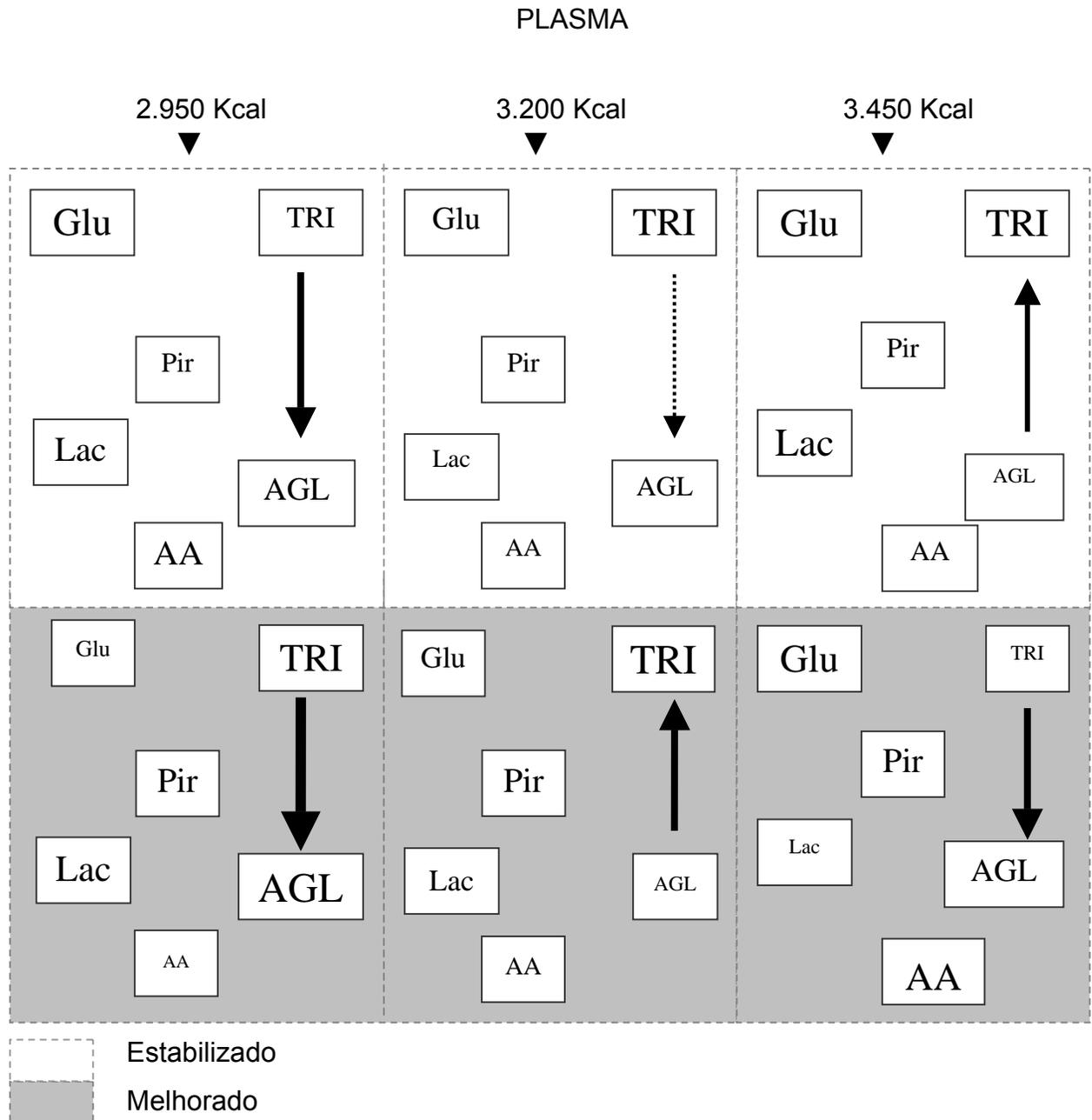


Figura 05. Representação esquemática dos intermediários plasmáticos: glicose (Glu), triglicérides (Tri), ácidos graxos livres (Agl), piruvato (Pir), lactato (lac) e aminoácidos livres (AA), avaliados em dois grupos genéticos distintos de frangos de corte (estabilizado e melhorado), aos 42 dias de idade, e utilizando-se três rações diferindo os níveis de energia metabolizável: 2.950; 3.200 e 3.450 kcal EM/kg.

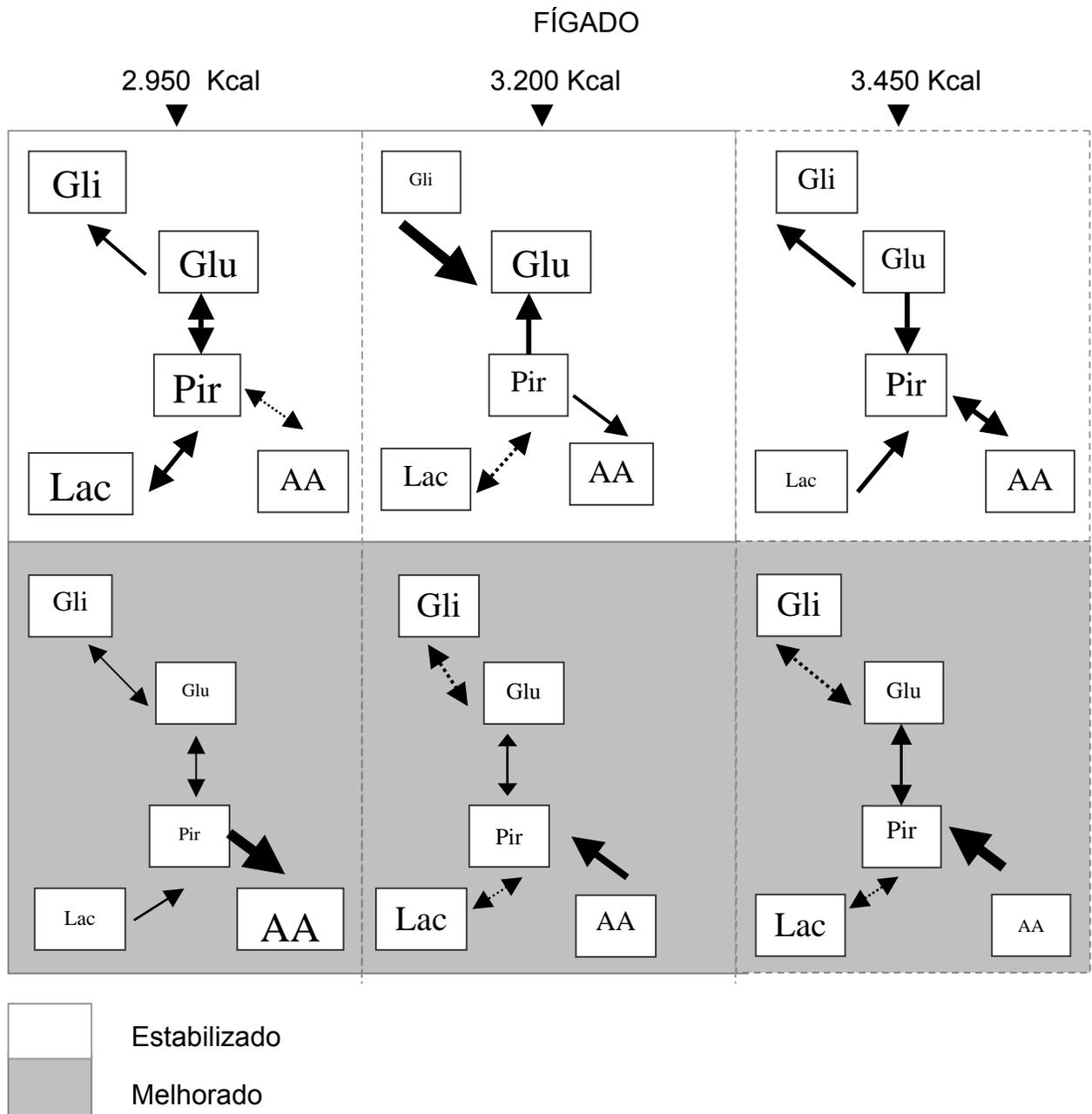


Figura 06. Representação esquemática dos intermediários hepáticos: glicogênio (Gli), glicose (Glu), piruvato (Pir), lactato (Lac) e aminoácidos livres (AA), avaliados em dois grupos genéticos distintos de frangos de corte (estabilizado e melhorado), aos 42 dias de idade, e utilizando-se três rações diferindo os níveis de energia metabolizável: 2.950; 3.200 e 3.450 kcal EM/kg.

CONCLUSÕES

Os níveis de triglicerídeos plasmáticos são reduzidos, enquanto os de ácidos graxos livres plasmáticos são elevados, em razão do baixo consumo de energia metabolizável em frangos de corte.

As diferenças observadas nos níveis dos metabólitos avaliados mostram que tanto a temperatura elevada quanto a restrição de ração provocam alterações significativas no direcionamento de nutrientes para o metabolismo relacionado com a deposição de gordura.

REFERÊNCIAS

BIDINOTTO, P.M.; SOUZA, R.H.S.; MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of microsamples. **Bol. Tec. CEPTA**, 10:53-60, 1998.

CHERNECKY, C. C.; KRECH, R. L.; BERGER, B. J. **Laboratory tests and diagnostic procedures**, p.932-933, 1993.

COPLEY, N. G. Alloxan and ninhydrin test. **Analyst**, v.66, p.492-493, 1941.

DUBOIS, M. G.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, p.350-358, 1960.

GERAERT, P. A; PADILHA, J. C. F; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.205-216, 1996.

GRIFFIN, H. D.; WHITEHEAD, C. C.; BROADBENT, L. A. The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers – a basis for selection? **British Poultry Science**, v.23, p.15-23, 1982.

GURSU, M. F.; ONDERCI, M.; GULCU, F.; SAHIN, K. Effects of vitamin C and folic acid supplementation on serum paraoxonase activity and metabolites induced by heat stress in vivo. **Nutrition Research**, v. 24, p.157-164, 2004.

HARROWER, J. R.; BROWN, C. H. Blood lactic acid. A micromethod adapted to field collection of microliter samples. **Journal Applied Physiology**, v.32, n.5, p.224-228, 1972.

HOCHACHKA, P. W.; GUPPY, H. E.; GUDERLEY, STOREY K. B.; HULBERT, W. C. Metabolic biochemistry of water vs air-breathing fishes: muscle enzymes and ultrastructures. **Canadian Journal of Zoology**, v.56, p.736-750, 1978.

LANA, G. R. Q.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; LANA, A. M. Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1117-1123, 2000.

LEENSTRA, F. R.; DECUYPERE, E.; BEUVIN, G. G.; BUYSE, J.; BERGHMAN, L.; HERREMANS, M. Concentrations of hormones, glucose, triglycerides and free fatty acids in the plasma of broiler chickens selected for weight gain or food conversion. **British Poultry Science**, v.32, p.619-32, 1991.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v.75, p.529-535, 1996.

LEVEILLE G. A.; ROMSOS, D. R.; YEH, Y. Y.; O'HEA, E. K. Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. **Poultry Science**, v.54, p.1075-1093, 1975.

LU, G. D. The metabolism of pyruvic acid in normal and vitamin B deficient state. I. A rapid specific and sensitive method for the estimation of blood pyruvate. **Biochemistry Journal**, v.33, p.249-254, 1939.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia do crescimento. In:_____. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. cap. 7, p. 127-160.

NORVÁK, M. Colorimetric ultramicro method for the determination of free fatty acids. **Journal of Lipid Research**, v.6, p.431-433, 1965.

O'HEA, E. K.; LEVEILLE, G. A. Lipid biosynthesis and transport in the domestic chick (*Gallus domesticus*). **Compendium of Biochemistry and Physiology**, v.30, p. 149-159, 1969.

PARK, J. T.; JOHNSON, M. J. Submicro determination of glucose. **Journal of Biology and Chemistry**, v.249, p.149-151, 1949.

REITMAN, S.; FRANKEL, S. A colorimetric method for determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminase. **Am. J. Clin. Pathol.**, v.28, p.56-63, 1957.

SAS INSTITUTE (Cary, United States). **SAS® User's Guide**: Statistics. Cary, 2002.

SCANES, C. G. Adipose tissue and its hormonal control in poultry. In: SMITH, S. B.; SMITH, D. R. (Ed.). **The biology of fat in meat animals**: current advances. Champaign: American Society of Animal Science, 1995. cap. 7, p. 113-128.

TESSERAUD, S.; TEMIM, S. Modifications métaboliques chez le poulet de chair en climat chaud: conséquences nutritionnelles. **INRA Prod. Anim.**, v.12, n.5, p.353-363, 1999.

TOUCHBURN, S.; SIMON, J.; LECLERCQ, B. Evidence of a glucose-insulin balance and effect of dietary protein and energy level in chickens selected for high abdominal fat content. **Journal of Nutrition**, v.111, p.325-335, 1981.

WHITEHEAD, C. C.; GRIFFIN, H. D. Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: the first three generations. **British Poultry Science**, v.25, p.573-82, 1984.

YEH, YU-YAN; LEVEILLE, G. A. Effect of dietary protein on hepatic lipogenesis in the growing chick. **Journal Nutrition**, v.98, p.356-366, 1969.

CAPÍTULO 5. IMPLICAÇÕES

O conhecimento dos efeitos ambientais que atuam sobre o desempenho de frangos de corte é de fundamental importância para o planejamento de estratégias adequadas de produção sustentável. É preciso pensar que já passou o tempo em que o importante era a quantidade. O futuro, com certeza, reserva novos desafios e a qualidade é que vai determinar a permanência de determinado produto no mercado. É só pensar que, há 35 anos, por volta dos anos 70, a produção do frango de corte era quase que exclusiva para a produção de carcaças inteiras. Era o início da avicultura comercial. O tempo vem sinalizando que, no momento, o segmento que mais cresce na avicultura é o de cortes nobres e embutidos. A exigência do consumidor para produtos com baixas concentrações de gordura, certamente, abrirá novas frentes de produção para atendimento de mercados emergentes e mais especializados.

A composição genética das linhagens de frangos de corte comercial, que predominam no mercado brasileiro e no mundial, é bastante semelhante, na qual se privilegia a velocidade de crescimento, a conversão alimentar e, mais recentemente, com a introdução das linhagens conhecidas como de conformação, o rendimento de peito. As Agroindústrias, que buscam otimizar o lucro pela produção em escala e estratégias de manejo para o aumento da densidade de criação, passaram a ser um fator importante para a economia da produção. Não obstante, a utilização de rações com altas densidades nutricionais, com o uso de aminoácidos sintéticos e óleos vegetais, para imprimir maior velocidade de crescimento, é cada vez maior. No entanto recentes observações levam a reflexões, no sentido de que o frango moderno já não responde com equilíbrio a toda essa carga de nutrientes e exigências. Basta analisar a fragilidade da estrutura óssea e a redução do tamanho relativo dos órgãos importantes para o metabolismo (fígado, pulmões, coração, pâncreas, moela e intestinos), os quais são motivo de preocupação e, certamente, caminhos para novos projetos de estudos.

A ênfase maior deste trabalho é a adiposidade em frangos de corte que, certamente, será objeto de muitos estudos futuros, visto que a gordura em excesso traz prejuízos não só para o produtor de frangos (custo energético maior que de outros tecidos), para a agroindústria processadora (subproduto de difícil reciclagem e baixo preço comercial) como também para o consumidor. Nesse último caso, pela gordura

interferir de modo negativo sobre a saúde. Foi verificado que a temperatura elevada interfere negativamente no consumo de ração pelos frangos, e isso concorreu para um menor ganho de peso que, eventualmente, aumenta a idade para se conseguir frangos com determinado peso de abate. É evidente que a criação de frangos em altas temperaturas interfere na qualidade da carcaça, pois ocorre elevação da gordura e redução da proteína. Esses resultados são importantes para sempre se buscar um ambiente de conforto para as aves não só pelo aspecto de bem estar, mas também pelas melhorias na qualidade do produto.

O aumento do consumo de energia pelos frangos interferiu positivamente no ganho de peso, no entanto foi verificado maior deposição de gordura no abdômen e na carcaça. Fica evidente a importância de se considerar a capacidade metabólica da ave e se estabelecer níveis adequados de nutrientes para se obter produtos dentro de especificações desejadas.

Metabolicamente, foi verificado que a temperatura elevada estabelece altos níveis de triglicérides plasmáticos, bem como contribui para baixos níveis de ácidos graxos livres no plasma, em frangos, aos 42 dias de idade. Frangos submetidos a períodos de jejum durante o período de criação mantêm níveis elevados de glicogênio e glicose hepática, no momento do abate.

Ficou evidenciado pelo cálculo do coeficiente de alometria " β " que as aves estabilizadas geneticamente depositaram mais gordura abdominal que as aves do grupo melhorado. Parece que o fator que mais contribuiu para isso foi o elevado nível de energia utilizado nas rações experimentais, provavelmente, porque as exigências para o atendimento do metabolismo normal em energia, para aves do grupo estabilizado, seja menor. A diferença entre os dois grupos ficou clara com a utilização de ração com o mais baixo nível de energia (2.950 kcal EM/kg) para o grupo melhorado, pela obtenção do coeficiente alométrico para a deposição de gordura abdominal igual a um. Esse resultado permite inferir que esse nível de energia utilizado foi insuficiente para o metabolismo normal das aves. Esse argumento é sustentado pelos resultados observados nos níveis de triglicérides plasmáticos que foram mantidos menores, enquanto os de ácidos graxos livres plasmáticos foram elevados, em consequência do consumo limitado de energia pelas aves.